

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Wiederkäuer

(Leiter: Univ.-Prof. Dr. Thomas WITTEK, Dipl. ECBHM)

Qualitätsbeurteilung von bovinem Kolostrum von Kühen aus dem Bundesland Salzburg

Diplomarbeit

Zur Erlangung der Würde einer

MAGISTRA MEDICINAE VETERINARIAE

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Ariane Psenner

Wien, im September 2022

Betreuer:

Univ.-Prof. Dr. Thomas WITTEK, Dipl. ECBHM

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin

Betreuende Assistentin:

Dr. Katharina LICHTMANNSPERGER, Dipl. ECBHM

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin

Begutachter:

Dr. Harald POTHMANN

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Department Bestandsbetreuung für Wiederkäuer

Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei meinem Betreuer Univ.-Prof. Dr. Thomas Wittek bedanken, der mir diese Diplomarbeit ermöglicht hat. Ein besonders großes Dankeschön geht an meine betreuende Assistentin Dr. Katharina Lichtmannsperger. Vielen Dank, dass du mir stets mit sehr viel Geduld mit Rat und Tat zur Seite gestanden hast und mich bei der Aufarbeitung der Proben im Labor unterstützt hast.

Mein Dank geht an Mag. Nicole Hechenberger, die die Proben im Salzburger Land gesammelt und den Versand in das Labor an der VetMed Uni Wien organisiert hat. Außerdem bedanke ich mich bei Mag.med.vet. Maren Marseiler, die mir bei der Probenaufarbeitung geholfen und mit mir zusammen zahlreiche Stunden für die Probenauswertung im Labor verbracht hat. Ein großes Dankeschön auch an die Damen im Milchlabor der VetMed Uni Wien, besonders an Dipl.-Ing. Verena Urbantke und Lihui Han König, die mir mit viel Fleiß alle Platten hergerichtet und sämtliche Geräte bereitgestellt und mir stets alle Fragen beantwortet haben. Weiter möchte ich mich bei den Landwirt:innen aus dem Bundesland Salzburg bedanken, dass sie an der Studie teilgenommen haben und mir die Kolostrumproben dafür zur Verfügung gestellt haben.

Ein besonderer Dank geht an meine Familie, allen voran an meine Eltern, dass sie mir dieses Studium ermöglicht haben und auch in besonders harten Zeiten immer hinter mir standen und stets ein offenes Ohr für mich. Danke, dass ihr immer für mich da seid, mir immer gut zuredet und immer an mich glaubt, auch wenn es manchmal nicht einfach ist.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken, die mich während des Studiums begleitet haben und die Studienzeit zu einem besonderen Lebensabschnitt machten.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung.....	1
2. Literaturübersicht.....	2
2.1. Kolostrum	2
2.2. Immunglobulingehalt im Kolostrum.....	3
2.2.1. Einflussfaktoren auf den Immunglobulingehalt im Kolostrum.....	3
2.2.1.1. Mutterkuh.....	3
2.2.1.2. Management	5
2.2.1.3. Umweltfaktoren	6
2.3. Bakterielle Kontamination	7
3. Material und Methoden.....	9
3.1. Bestimmung des Immunglobulingehaltes.....	10
3.2. Bestimmung der Gesamtkeimzahl und der Anzahl an coliformen Bakterien.....	12
3.2.1. Herstellen der Verdünnungsreihe.....	12
3.2.1.1. Methode 1.....	12
3.2.1.2. Methode 2.....	12
3.2.2. Ausspateln	13
3.2.3. Auszählen der koloniebildenden Einheiten	14
3.3. Statistische Auswertung.....	15
4. Ergebnisse.....	17
4.1. Ergebnisse des Online-Fragebogens: Betriebsebene.....	17
4.2. Ergebnisse der Probenbegleitschreiben: Herdenebene	19
4.3. Immunglobuline	22
4.4. Bakterielle Kontamination	29
4.4.1. Auswertung Gesamtkeimzahl.....	30
4.4.2. Auswertung coliforme Bakterien.....	30
4.5. Kolostrumqualität – Immunglobulingehalt und bakterielle Kontamination.....	34

5. Diskussion	35
5.1. Immunglobulingehalt	35
5.2. Gesamtkeimzahl und coliforme Bakterien	38
5.3. Limitationen der Studie	39
5.4. Limitationen der Methodik	39
6. Zusammenfassung	41
7. Summary.....	43
8. Abkürzungsverzeichnis.....	44
9. Literaturverzeichnis	45
10. Abbildungsverzeichnis	53
11. Tabellenverzeichnis	55
12. Anhang.....	56
12.1. Anleitung für die Landwirt:innen zur Probenentnahme.....	56
12.2. Probenbegleitschreiben.....	57
12.3. Online-Fragebogen.....	59

1. Einleitung und Fragestellung

Aufgrund der besonderen anatomischen Struktur der bovinen Plazenta (*Placenta epithelio-chorialis*) ist die intrauterine Übertragung maternaler Antikörper auf das Kalb nicht möglich und das Kalb wird mit einer Agammaglobulinämie geboren. Außerdem ist es durch die zur Geburt noch nicht vollständig ausgereifte Immunität für neugeborene Kälber essentiell, ausreichende Mengen an Kolostrum guter Qualität aufzunehmen, da sie auf die darin enthaltenen Immunglobuline angewiesen sind (Godden 2008). Die notwendige Menge an Kolostrum ist abhängig vom Gehalt an Immunglobulinen (Ig) im Kolostrum und der Fähigkeit des Kalbes, diese im Darm zu absorbieren.

Eine unzureichende Versorgung mit Immunglobulinen durch Aufnahme eines qualitativ minderwertigen Kolostrums oder einer zu geringen Menge an Kolostrum, wird als „Failure of Passive Transfer“ (FPT) bezeichnet. Die daraus resultierende Hypogammaglobulinämie ist ursächlich für eine erhöhte Morbidität und Mortalität eines Kalbes (Phipps et al. 2016).

Damit das Kalb mit qualitativ hochwertigem Kolostrum gefüttert wird, sollten Faktoren, die dessen Qualität beeinflussen, berücksichtigt, Testgeräte zur Bestimmung der Qualität eingesetzt und auf den hygienischen Umgang mit Kolostrum geachtet werden (Godden 2008, Biemann et al. 2010, Hyde et al. 2020).

Ziel dieser Arbeit war es, die Qualität des Kolostrums von Kühen aus dem Bundesland Salzburg zu beurteilen und die Einflussfaktoren auf die Kolostrumqualität zu untersuchen.

Es wird hypothesiert, dass Kolostrum von Kühen im Bundesland Salzburg eine hohe Immunglobulinkonzentration und eine geringe bakterielle Kontamination aufweist.

2. Literaturübersicht

2.1. Kolostrum

Kolostrum ist das erste Sekret, das bei der Geburt eines Kalbes von der Milchdrüse gebildet wird (McGrath et al. 2016, Reschke et al. 2017). Der Prozess der Bildung von Kolostrum wird Kolostragenese genannt und beginnt bereits Wochen vor der Geburt. Dabei werden unter dem Einfluss laktogener Hormone und lokaler regulatorischer Faktoren Immunglobuline (Ig) aus dem maternalen Blutkreislauf mittels Transzytose durch die Epithelzellen der Milchdrüse in das Euter transportiert (Larson et al. 1980, McQuirk und Collins 2004, Baumrucker et al. 2010). Dies beginnt etwa vier Wochen vor der Abkalbung und stoppt abrupt mit der Geburt (Barrington et al. 2001, Mansfeld et al. 2012).

Die Bildung von Kolostrum ist für das neugeborene Kalb sehr wichtig. Rinder besitzen eine *Placenta epitheliochorialis*. Bei diesem Plazentatyp bleiben alle Gewebeschichten erhalten (Kressin und Schnorr 2006) und es besteht eine Trennung zwischen mütterlichem und fetalem Blutkreislauf (Godden 2008). Diese anatomische Struktur verhindert eine intrauterine Übertragung von Immunglobulinen auf das ungeborene Kalb (Weaver et al. 2000). Außerdem sind die zelluläre und die humorale Immunität zum Zeitpunkt der Geburt des Kalbes noch nicht ausgereift. Deshalb ist es für das Neugeborene essentiell durch die maternalen Antikörper im ersten Lebensabschnitt eine passive Immunität zu erhalten (Barrington und Parish 2001, Chase et al. 2008)

Kolostrum enthält wichtige bioaktive Substanzen (Hormone, Wachstumsfaktoren), Nährstoffe und Abwehrstoffe, die das Kalb in der ersten Lebensphase braucht (Blum 2003). Es ist außerdem reich an Immunglobulinen (Stelwagen et al. 2009). Es kommen IgG, IgA und IgM vor, wobei IgG den größten Teil (85 %) ausmacht (Kehoe et al. 2007). Die Aufnahme einer ausreichenden Menge an Kolostrum guter Qualität ist daher äußerst wichtig, um das Risiko von Morbidität und Mortalität nach der Geburt so gering wie möglich zu halten (Phipps et al. 2016). Durch die Aufnahme von maternalen Antikörpern (Ak) über das Kolostrum erhält das Kalb eine passive Immunität, die es nach der Geburt schützen soll bis das Immunsystem des Kalbes selbst Immunglobuline synthetisieren und auf Infektionserreger reagieren kann (Godden 2008, Märtlbauer und Becker 2016).

Der Gehalt an Immunglobulinen und die Gesamtkeimzahl sind zwei wichtige Faktoren zur Beurteilung der Qualität von Kolostrum (Bielmann et al. 2010, Bartens et al. 2016).

2.2. Immunglobulingehalt im Kolostrum

Die Aufnahme von Kolostrum guter Qualität unmittelbar nach der Geburt ist für neugeborene Kälber sehr wichtig, um eine passive Immunität zu erlangen. Damit das Kalb vor Erreger geschützt ist, muss es Immunglobuline in ausreichender Menge aufnehmen (McGuirk und Collins 2004). Der Standard für qualitativ hochwertiges Kolostrum liegt bei einem Gehalt von über 50 g Ig/l (Bielmann et al. 2010, Bartens et al. 2016, Elsohaby et al. 2017). Um eine ausreichende Versorgung des Kalbes mit Immunglobulinen sicherzustellen, sollte deren Konzentration im Kolostrum vor der Verfütterung gemessen werden. Dafür gibt es verschiedene Messmethoden. Die Verwendung eines digitalen Brix-Refraktometers ist eine gängige Methode, um anhand der biophysikalischen Eigenschaften die Kolostrumqualität zu beurteilen. Dabei wird unabhängig von der Temperatur der Brechungsindex gemessen und in Brix-Einheiten angezeigt. Die Werte zeigen eine starke Korrelation ($r=0,73$) zu jenen der Radialen Immundiffusion (RID), dem Goldstandard zur Messung der Immunglobulinkonzentration, die jedoch nur im Labor durchgeführt werden kann (Bielmann et al. 2010). Die Cut-off-Werte bei der Messung mit dem Brix-Refraktometer, ab welchen mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Immunglobulingehalt von über 50 g/l vorliegt, liegen bei 22 % Brix (Bielmann et al. 2010, Chuck et al. 2017) bzw. bei 23 % Brix (Bartier et al. 2015) mit einer Sensitivität von 92,5 %, 90,5 % sowie 65,7 % und einer Spezifität von 80,0 %, 85 % sowie 82,8 % respektive.

2.2.1. Einflussfaktoren auf den Immunglobulingehalt im Kolostrum

Der Gehalt an Immunglobulinen ist von verschiedenen Kuh- (Alter, Kolostrummenge, Milchfluss vor der ersten Kolostrumgewinnung, Rasse), Management- (Zeitraum bis zum ersten Abmelken des Kolostrums, Länge der Trockenstehzeit, Hygiene) und Umweltfaktoren (Jahreszeit/Hitzestress) abhängig.

2.2.1.1. Kuh

Einer der Einflussfaktoren, der von verschiedenen Autoren beschrieben wird, ist die Laktation bzw. das Alter der Mutterkuh. Bei Kühen ab der 3. Laktation ist der Gehalt an Immunglobulinen höher als bei Kühen der 1. bzw. 2. Laktation (Conneely et al. 2013, Bartier et al. 2015). Der Grund dafür könnte sein, dass ältere Kühe im Laufe ihres Lebens mehr Kontakt zu verschiedenen Antigenen (Pathogene, Impfung) hatten als junge Kühe (Gulliksen et al. 2008,

Conneely et al. 2013, Bartier et al. 2015, Phipps et al. 2017). Bei Kühen der 2. Laktation ist die Qualität des Kolostrums häufig am schlechtesten. Dies ist vermutlich dadurch bedingt, dass diese Kühe im Vergleich zu Erstlaktierenden eine größere Menge an Kolostrum bilden und es infolgedessen zu einer Verdünnung der noch in geringerer Anzahl vorhandenen Immunglobuline kommt (Gulliksen et al. 2008, Phipps et al. 2017). Da aber auch Erstlaktierende bzw. Kühe der 2. Laktation Kolostrum guter Qualität produzieren können, sollte deren Erstgemelk nicht grundsätzlich verworfen werden (Gulliksen et al. 2008).

Die Menge an Erstkolostrum korreliert negativ mit der Immunglobulinkonzentration (Conneely et al. 2013). Als Grenzwert werden 8,5 Liter angegeben (Chuck et al. 2017, Phipps et al. 2017). Werden beim ersten Melken nach der Geburt mehr als 8,5 Liter Milch gewonnen, ist die Wahrscheinlichkeit höher, qualitativ schlechteres Kolostrum zu erhalten, da es durch eine erhöhte laktogene Aktivität und den Transport von Makromolekülen in die Milchdrüse einen Verdünnungseffekt gibt (Phipps et al. 2017).

Ein Faktor, der einen großen Einfluss auf die Kolostrumqualität hat, ist der Milchfluss vor bzw. während der Kalbung. Bei Kühen, die vor der ersten Abmelkung Milch laufen lassen, ist die Wahrscheinlichkeit für Kolostrum schlechter Qualität dreimal so hoch wie bei Kühen, die vor dem ersten Melken keine Milch verlieren (Phipps et al. 2017). Um zu verhindern, dass dabei Kolostrum mit dem höchsten Immunglobulingehalt verloren geht, ist es bei Stuten eine gängige Methode abtropfendes Kolostrum aufzufangen bzw. die Stute abzumelken. Diese Vorgehensweise wird von Reschke et al. (2017) auch bei Rindern beschrieben. Eine weitere Methode, um die kolostrale Fraktion mit dem höchsten Immunglobulingehalt nicht zu verlieren ist die Verwendung von Zitzenversiegeln (Chuck et al. 2017).

Laut der Studien von Chuck et al. (2017) und Phipps et al. (2017) hat die Rasse keinen signifikanten Einfluss auf die Qualität von Kolostrum. In einer Studie von Muller und Ellinger (1981) war die Kolostrumqualität bei Jersey-Kühen tendenziell besser im Vergleich zu Ayrshire, Brown Swiss und Guernesey-Rindern. Hostein-Friesian-Kühe hatten das qualitativ schlechteste Kolostrum. Jedoch war die Anzahl an Proben in dieser Studie begrenzt, weshalb weitere Studien erforderlich sind, um den Einfluss der Rasse zu überprüfen (Muller und Ellinger 1981). In einer anderen Studie wurde beschrieben, dass Milchkühe mehr IgG in die Milchdrüse transportieren als Fleischkühe. Dennoch ist die kolostrale Immunglobulinkonzentration bei Fleischkühen höher, da es wahrscheinlich durch die höhere Milchproduktion bei Milchkühen zu einem stärkeren Verdünnungseffekt der IgG kommt (Guy et al. 1994). Eine weitere Feldstudie zeigte, dass es innerhalb einer Rasse und zwischen verschiedenen Rassen

Unterschiede im IgG-Gehalt gibt. Jedoch haben Kühe mit einer stärkeren Milchproduktion nicht qualitativ schlechteres Kolostrum, als Kühe von Zweinutzungs- oder Fleischrassen mit einer geringeren Milchleistung (Kessler et al. 2020). Soufleri et al. (2019) zeigten in deren Studie, dass Qualitätsmerkmale des Kolostrums vererbbar sind und zur Verbesserung der Kolostrumqualität durch genetische Selektion verändert werden können.

2.2.1.2. Management

Je länger die Zeitspanne zwischen Geburt und Kolostrumgewinnung ist, desto geringer ist die Immunglobulinkonzentration im Erstgemelk. Diese nimmt mit jeder Stunde um 1,1 % bis 3,7 % ab (Morin et al. 2010, Conneely et al. 2013). Als Grund für diese abnehmende Kolostrumqualität wird beschrieben, dass nach der Geburt weiterhin Milchinhaltsstoffe in die Milchdrüse sezerniert werden. Dabei ist der Gehalt an Immunglobulinen geringer, wodurch es zu einer Verdünnung der Immunglobuline kommt (Phipps et al. 2017). Eine starke Abnahme der Immunglobulinkonzentration kann zwölf Stunden *post partum* (*p. p.*) beobachtet werden, wenn es mit Beginn der Laktogenese durch die starke Milchbildung zu einer Verdünnung des Immunglobulingehaltes kommt (Kessler et al. 2020). Laut Conneely et al. (2013) ist die verminderte Qualität nicht bedingt durch einen Verdünnungseffekt, sondern dadurch, dass nach der Geburt kolostrale Immunglobuline passiv in den systemischen Kreislauf der Mutter zurück diffundieren (Conneely et al. 2013).

Eine Verkürzung der Trockenstehzeit hat auf die Kolostrumqualität keinen signifikanten Einfluss, solange diese mindestens vier Wochen beträgt (Rastani et al. 2005, Watters et al. 2008, Klusmeyer et al. 2009, Cermakova et al. 2014, Mayasari et al. 2015). Jedoch kann sich die Länge der Trockenstehzeit auf die Menge an Kolostrum auswirken. Beträgt die Trockenstehzeit 60 Tage wird mehr Kolostrum produziert als bei einer Trockenstehzeit von 40 Tagen (Borchardt et al. 2022). Bei Kühen, die kontinuierlich gemolken werden, können sich die erhöhte Milchproduktion bei der Geburt und ein daraus resultierender Verdünnungseffekt negativ auf die Immunglobulinkonzentration auswirken (Annen et al. 2004, Watters et al. 2008, Klusmeyer et al. 2009, Shoshani et al. 2014, Mayasari et al. 2015).

Ein wichtiger Qualitätsfaktor ist die Hygiene des Kolostrums. Bakterien binden freie Immunglobuline im Darmlumen und verhindern deren Aufnahme über das Darmepithel. Um die bakterielle Kontamination so gering wie möglich zu halten und damit die

Immunglobulinabsorption zu steigern, sollte Kolostrum hygienisch gesammelt und umgehend verfüttert oder richtig gelagert und so rasch wie möglich verfüttert werden (Morrill et al. 2012).

Der Immunglobulingehalt war bei Kühen, die *ante partum* (*a. p.*) gegen gängige Durchfallerreger geimpft wurden, signifikant höher als jener von ungeimpften Kühen. Das Kolostrum dieser Kühe enthielt spezifische Antikörper gegen das geimpfte Antigen. Die damit gefütterten Kälber reagierten infolgedessen nach der Kolostrumaufnahme verstärkt auf das geimpfte Antigen (Donovan et al. 2007). Dieser signifikante Unterschied konnte jedoch nur in Herden beobachtet werden, wo alle Tiere geimpft wurden, nicht aber, wo nur ein Teil der Herde eine Impfung erhielt (Denholm et al. 2017).

2.2.1.3. Umweltfaktoren

Die Jahreszeit der Abkalbung hat in diversen Studien keinen Einfluss auf die Immunglobulinkonzentration (Pritchett et al. 1991, Bartier et al. 2015, Chuck et al. 2017). Jedoch könnte die Abkalbesaison einen Einfluss auf das Klima und somit auf die Gesundheit und Fütterung der Kuh haben und folglich die IgG-Produktion nachteilig beeinflussen (Gulliksen et al. 2008, Conneely et al. 2013). Es wird beschrieben, dass hohe Temperaturen in Zusammenhang mit einer erhöhten Luftfeuchtigkeit in den Sommermonaten zu Hitzestress bei Kühen führen (Zentrich et al. 2019). Mit dem Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Index (THI, temperature-humidity-index) wird der Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit dargestellt. THI-Werte < 72 bedeuten, dass die Umweltbedingungen günstig für die Kuh sind und sie nicht unter Hitzestress leidet. Bei Werten von 75–78 wird bei Kühen von Hitzestress gesprochen, wobei der Körper noch in der Lage ist, durch Thermoregulation diesen zu bewältigen. Ab Werten > 79 ist die Belastung so hoch, dass es dem Körper nicht mehr möglich ist durch Thermoregulation die normale Körpertemperatur aufrechtzuerhalten (Dimov et al. 2020). Hitzestress führt zu einer reduzierten Funktion der Immunzellen und hat einen negativen Einfluss auf die Immunfunktion der Kühe und den Transfer von Immunglobulinen aus dem Blutkreislauf in das Euter (Dahl et al. 2020, Nardone et al. 1997). Das bedingt, dass der Gehalt an Immunglobulinen bei Kühen mit Hitzestress während der späten Trächtigkeit geringer ist. Eine Studie von Adin et al. (2009) zeigt, dass Kühe, die unter Hitzebelastung gekühlt werden, eine signifikant bessere Kolostrumqualität haben als ungekühlte Tiere ($p=0,04$). Andere Studien ergaben hingegen, dass Hitzestress während der Trockenstehzeit keinen Einfluss auf die Kolostrumqualität hat (Tao et al. 2012, Monteiro et al.

2014). Tao et al. (2012) beobachteten allerdings, dass Kälber, die während der späten Trächtigkeit intrauterin unter Hitzestress leiden, *p. p.* eine verminderte Absorptionsfähigkeit und folgedessen eine geringere Immunglobulinkonzentration im Serum haben.

2.3. Bakterielle Kontamination

Die Bakterien, die in das Darmlumen des Kalbes gelangen, können Auslöser für Krankheiten, wie Durchfall oder Septikämie sein. Außerdem sind diese verantwortlich für eine verminderte systemische Aufnahme der Antikörper. Kolostrale Antikörper binden die vorhandenen Bakterien, bevor diese aufgenommen werden können (Staley und Bush 1985). Außerdem konkurrieren Bakterien mit Immunglobulinen um unspezifische Rezeptoren, die für die Aufnahme der Immunglobuline notwendig sind und dadurch nur in geringerer Menge zur Verfügung stehen (Johnson et al. 2007). Darüber hinaus verändern die Bakterien die Permeabilität der Epithelzellen, wodurch ebenfalls geringere Mengen durch das Darmepithel aufgenommen werden (James et al. 1981). Je weniger Bakterien sich im Kolostrum befinden, desto mehr Antikörper werden vom Kalb aufgenommen. Daher spielt Hygiene bei der Kolostrumversorgung frisch geborener Kälber eine wichtige Rolle (Abuelo et al. 2019).

Aus dem Euter aseptisch entnommene Biestmilch enthält in der Regel keine oder nur eine äußerst geringe Anzahl an Bakterien. Der Großteil gelangt durch Kontamination in das Kolostrum (Stewart et al. 2005). Das größte Risiko für eine Kontamination liegt bei der Gewinnung, aber auch bei der Lagerung (v. a. durch die Umgebungstemperatur) und der Fütterung des Kolostrums vor (Johnson et al. 2007). Mögliche Quellen sind die Zitzenhaut, die Melkmaschine und sämtliche Schläuche oder Equipment, das zum Tränken des Kalbes verwendet wird (Tränkeeimer, Drencher, Trinkflasche) (Stewart et al. 2005).

Um die bakterielle Kontamination möglichst gering zu halten, sollten die Zitzen vor dem Abmelken trocken gereinigt und mit einem Zitzendesinfektionsmittel desinfiziert werden (Hyde et al. 2020). Außerdem sollten die Geräte, die der Gewinnung, Lagerung und Fütterung des Kolostrums dienen, nach jeder Verwendung gereinigt und regelmäßig desinfiziert werden (McGuirk und Collins 2004). Zum Spülen sollte heißes statt kaltes Wasser verwendet werden. Eine gute desinfizierende Wirkung wird durch die Verwendung von Peressigsäure oder Hypochlorit erreicht (Hyde et al. 2020).

Um ein bakterielles Wachstum im Kolostrum zu vermeiden, sollte es in frischem Zustand gefüttert oder innerhalb einer Stunde auf 4 °C gekühlt und bei dieser Temperatur gelagert

werden (Cummins et al. 2017, Godden et al. 2019), da bei einer Lagerung bei ca. 20 °C (Raumtemperatur) die Anzahl an Bakterien bereits in den ersten 24 Stunden sehr stark zunimmt (Stewart et al. 2005). Eine Hitzebehandlung für 60 Minuten bei 60 °C mit einem Pasteurisateur reduziert das Risiko, dass das Kalb erkrankt. Außerdem wird dadurch die bakterielle Kontamination verringert, wodurch die Aufnahme von Immunglobulinen verbessert wird (Godden et al. 2012).

Nach festgelegtem Standard sollte im Kolostrum die Obergrenze für die Gesamtkeimzahl bei 100.000 Kolonie bildende Einheiten (KbE)/ml und für coliforme Bakterien bei 10.000 KbE/ml liegen (McGuirk und Collins 2004, Stewart et al. 2005). Um Kolostrumproben auf bakterielle Kontamination zu analysieren, werden gefrorene Proben aufgetaut, gemischt und Verdünnungen hergestellt. Die Verdünnungen werden anschließend auf Columbia-Agar Platten für die Bestimmung der Gesamtkeimzahl und auf MacConkey-Agar Platten für die Bestimmung der coliformen Bakterien aufgetragen und anschließend inkubiert (Morin et al. 2021).

3. Material und Methoden

Die Probensammlung für diese Studie wurde im Zeitraum von November 2020 bis Januar 2022 durchgeführt. In dieser Zeit sammelten 73 landwirtschaftliche Betriebe aus dem Bundesland Salzburg 1.051 Kolostrumproben von Milch- und Mutterkühen unterschiedlicher Rassen.

Die Landwirt:innen wurden durch eine Anleitung zur Probenentnahme detailliert instruiert, wie die Milchproben gesammelt werden sollten (Anhang 12.1.). Sie erhielten ein 15 ml Proberöhrchen, das sie so mit Kolostrum befüllten, wie es vom Kalb aufgenommen wird. Trinkt das Kalb das Kolostrum direkt von der Kuh, wurde das Erstgemelk in die zwei Proberöhrchen abgemolken. Bekommt das Kalb die erste Milch aus dem Eimer, der Trinkflasche oder mit dem Drencher, wurde die Kuh nach der Abkalbung wie gewohnt gemolken und das Erstgemelk wurde aus dem jeweiligen Gegenstand (Eimer, Trinkflasche, Drencher) entnommen.

Die Röhrchen waren bereits mit der Proben-ID (Betriebsnummer und Probennummer) beschriftet. Die Landwirt:innen transkribierten die jeweilige Probenidentifikation auf das jeweilige Probenbegleitschreiben. Anschließend wurden die Proben direkt am landwirtschaftlichen Betrieb in den Gefrierschrank gegeben und bei minus 20 °C gelagert. Die Landwirt:innen füllten für jede Probe ein Probenbegleitschreiben aus. In diesem wurden Fragen zur Mutter (Laktation, Trockenstehzeit und Trockenstellmanagement, Erkrankungen während der Trockenstehzeit, Laufenlassen der Milch, Menge an Kolostrum, Impfungen) und Fragen zum Kalb (Uhrzeit von Geburt, Abmelkung des ersten Kolostrums und erster Tränkung, Art der Aufnahme des Kolostrums, Reinigung des Euters vor der Melkung) beantwortet. Eine Abbildung des Probenbegleitschreibens befindet sich im Anhang (12.2.).

Die Landwirt:innen wurden ersucht, neben dem Probenbegleitschreiben einen online Fragebogen auszufüllen. In diesem gab es allgemeine Fragen zum Betrieb (Bezirk, Tierkategorie, Rasse, Betriebsstruktur, Wirtschaftsweise, Anzahl der durchschnittlichen Abkalbungen pro Jahr) und Fragen im Zusammenhang mit der Kolostrumqualität und dem Kolostrummanagement (Verwendung von Testgeräten zur Bestimmung der Kolostrumqualität, Lagerung von Kolostrum, Zeitspanne zwischen Geburt und erstem Melken, Reinigung des Euters vor der ersten Abmelkung, Art der Kolostrumgewinnung, Kolostrum der eigenen Mutter für das Kalb, Zeitpunkt der ersten Kolostrumverfütterung nach der Geburt, Maßnahme, wenn das Kalb nicht trinken will, Art der Kolostrumverfütterung). Die Fragen des Online-Fragebogens befinden sich im Anhang (12.3.).

Die gefrorenen Kolostrumproben wurden zur Untersuchung auf den Immunglobulingehalt und die bakterielle Kontamination in Chargen, mittels MedLog von Salzburg in das Milchlabor der Vetmed Uni Wien gebracht. Dort wurden sie durch zwei geschulte Studentinnen nach den Standard Operating Procedures (SOPs) für dieses Projekt ausgewertet.

3.1. Bestimmung des Immunglobulingehaltes

Für die Bestimmung des Immunglobulingehaltes wurde der Brechungsindex (% Brix) mittels eines digitalen Brix-Refraktometers (HM-DREF-1[®], Hebesberger Messtechnik, Neuhofen, Austria) gemessen. Der Ablauf der Messung des Brix-Wertes wird in Abb. 1 graphisch dargestellt. Zunächst wurde etwa die Hälfte der Probe in ein 15 ml Greiner Röhrchen umgefüllt und dieses mit der Proben-ID beschriftet. Bevor mit der Messung begonnen wurde und nach jedem Wechsel eines Betriebes bzw. nach jeweils zehn Proben wurde das Gerät kalibriert. Dafür wurde das Gerät eingeschaltet („On“-Taste), ein Tropfen deionisiertes Wasser (WEK) auf den Sensor gegeben und die „Zero“-Taste gedrückt. Sobald die digitale Anzeige „0,00“ anzeigte, war das Gerät bereit für die Messung.

Die gefrorenen Proben wurden am Tag vor der Auswertung in den Kühlschrank gegeben, um dort langsam aufzutauen. Zur Bestimmung des Immunglobulingehaltes wurde das Proberöhrchen zunächst mit einem Vortex-Schüttler (VF2[®], IKA Labortechnik, Deutschland) gevortext. Anschließend wurde mittels einer Pasteur-Einwegpipette Probenmaterial entnommen und ein Tropfen auf den Sensor gegeben. Nach Betätigen der „Read“-Taste, wurde der Brix-Wert abgelesen und notiert. Anschließend wurde der Sensor mit deionisiertem Wasser gereinigt und mit Tupfern getrocknet, bevor die nächste Messung durchgeführt wurde.

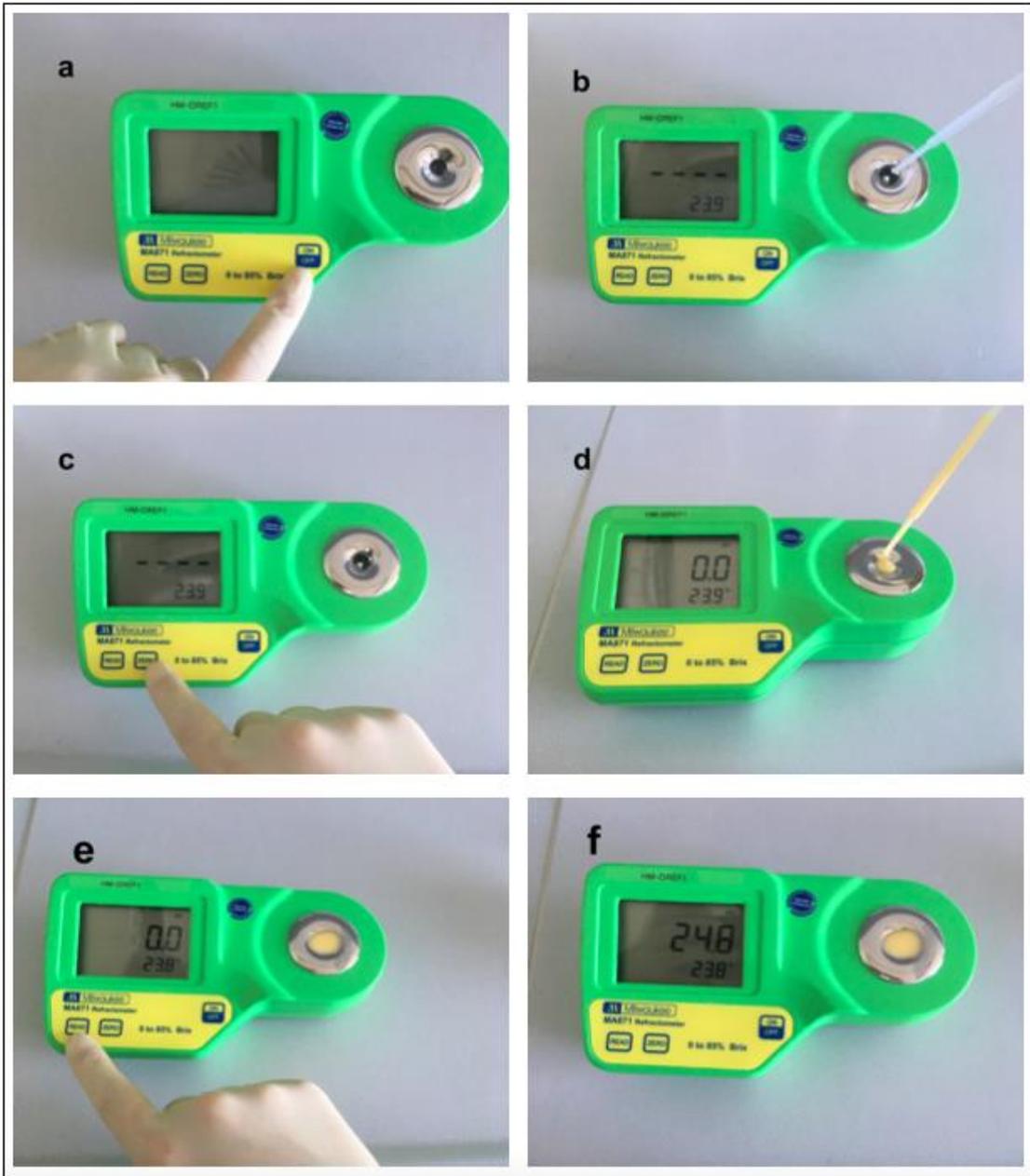


Abb. 1: Messen des Brix-Wertes mittels eines digitalen Brix-Refraktometers. **a** Gerät einschalten: „On“-Taste drücken. **b** Gerät kalibrieren: einen Tropfen deionisiertes Wasser mit einer 5 ml Pasteur-Einwegpipette auf den Sensor geben und **c** die „Zero“-Taste betätigen. **d** Messung des Brix-Wertes: einen Tropfen der Kolostrumprobe auf den Sensor pipettieren. **e** Die „Read“-Taste drücken und **f** den Wert auf der digitalen Anzeige ablesen.

3.2. Bestimmung der Gesamtkeimzahl und der Anzahl an coliformen Bakterien

Die gefrorenen Proben wurden am Tag vorher in den Kühlschrank gegeben, um dort langsam aufzutauen. Zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl und der Anzahl an coliformen Bakterien wurden 1:10 Verdünnungsreihen mit NaCl 0,9 % (B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Deutschland) hergestellt. Die Nativprobe bzw. die Verdünnungen (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} sowie 10^{-5}) wurden jeweils auf die entsprechende Platte pipettiert und ausgespatelt. Nach 18–24 Stunden im Inkubator bei 37 °C wurden die Koloniebildenden Einheiten (KbE), die auf den Platten gewachsen sind, ausgezählt.

3.2.1. Herstellen der Verdünnungsreihe

3.2.1.1. Methode 1

Diese Methode wurde für jene Kolostrumproben verwendet, die aufgrund der Viskosität der Proben mit einer 100 µl-Mikroliterpipette bearbeitet werden konnten. Für jene Proben, welche für diese Pipette zu dickflüssig waren, wurde Methode 2 verwendet.

Für die Herstellung der Verdünnungsreihen wurden pro Probe jeweils drei Eppendorfgefäße mit je 900 µl NaCl 0,9 % vorbereitet. Für die Herstellung von Verdünnung 1 (V1) wurden die Kolostrumproben in den Greinerröhrchen gevortext, 100 µl des Kolostrums in das Eppendorfgefäß 1 mit 900 µl NaCl gefüllt und anschließend gevortext. Aus V1 wurden anschließend 100 µl entnommen und in das Eppendorfgefäß 2 pipettiert. Verdünnung 2 (V2) wurde wiederum gevortext, 100 µl wurden entnommen und zur Herstellung der Verdünnung 3 (V3) in das Eppendorfgefäß 3 pipettiert.

Bei 14 Proben wurde eine vierte Verdünnung angefertigt. Dafür wurde V3 gevortext und 100 µl in ein Eppendorfgefäß mit 900 µl NaCl pipettiert.

3.2.1.2. Methode 2

Diese Methode wurde für jene Kolostrumproben verwendet, die aufgrund einer höheren Viskosität nicht mit einer 100 µl Pipette pipettiert werden konnten.

Für die Herstellung der Verdünnungsreihe mit Methode 2 wurden ein 15 ml Greiner-Röhrchen mit 9 ml NaCl und zwei Eppendorfgefäße mit je 900 µl NaCl befüllt. Nachdem die Kolostrumprobe gevortext worden war, wurde 1 ml davon entnommen und in das Greiner-Röhrchen mit 9 ml NaCl pipettiert (V1). Anschließend wurde V1 gevortext und 100 µl wurden

mit einer Mikroliterpipette in das Eppendorfgefäß 2 überführt (V2). Schließlich wurde V2 gevortext und 100 µl davon in das Eppendorfgefäß 3 pipettiert (V3).

3.2.2. Ausspateln

Pro Probe wurden je drei Columbia-Agar Platten mit 5 % Schafblut und zwei MacConkey-Agar Platten am Tag vor dem Ausspateln zum Vortrocknen bei Zimmertemperatur an einem dunklen Ort (in einem Karton) im Milchlabor der Universitätsklinik für Wiederkäuer gelagert. Sämtliche Agarplatten wurden mit Verdünnung (nativ, V1, V2, V3, V4), Proben-ID (Betrieb und Nummer der Kolostrumprobe) und Datum beschriftet (Abb. 2).



Abb. 2: Beschriftung einer Platte mit Art der Verdünnung, Proben-ID (Betrieb und Nummer der Kolostrumprobe) und Datum.

Nachdem die Proben gevortext wurden, wurden auf jede Platte je 100 µl der nativen Kolostrumprobe bzw. der entsprechenden Verdünnung pipettiert und mit je einem Einwegspatel ausgespatelt (Abb. 3). Die Platten wurden im Brutschrank (UE/BE 200–800, ULE

400–800, Memmert GmbH & Co. KG, Deutschland) für 18–24 Stunden bei 37 °C inkubiert und die Uhrzeit wurde notiert.

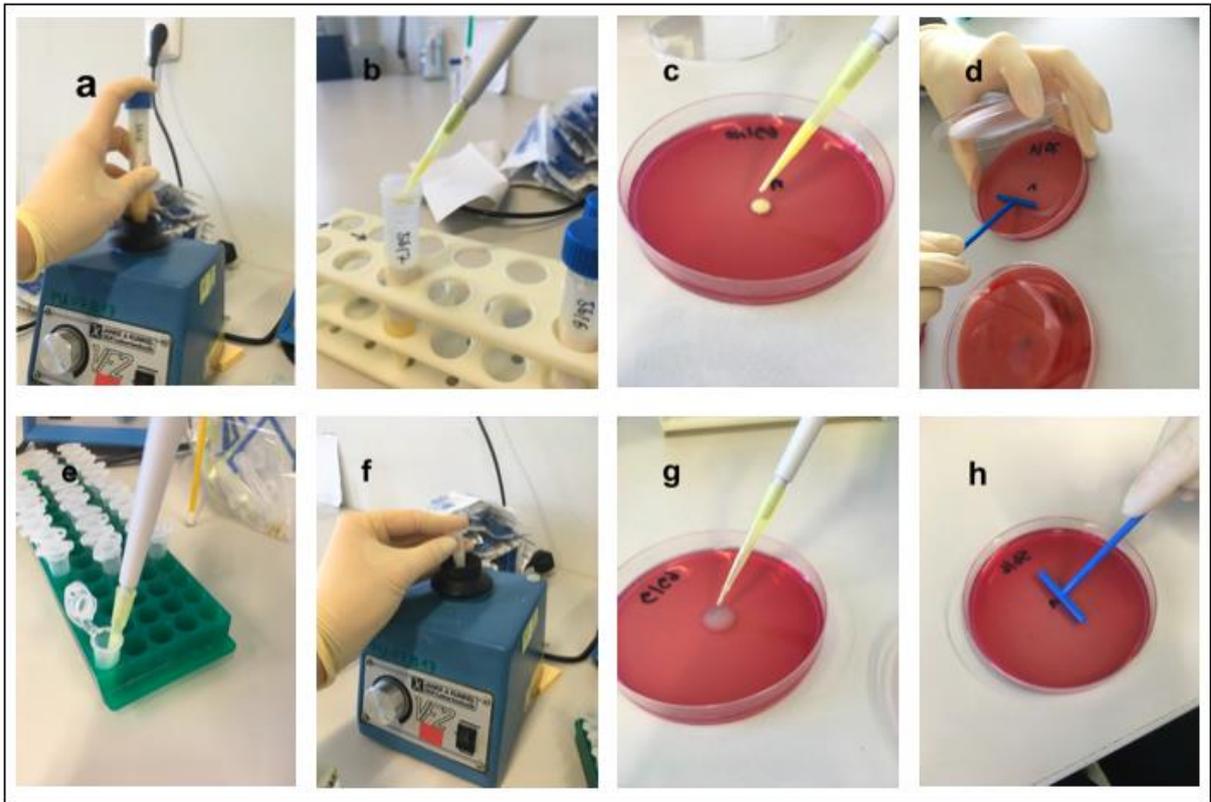


Abb. 3: Ausspateln der Kolostrumproben, Methode 1. **a** Probenröhrchen vortexen. **b** Mit einer Mikroliterpipette 100 µl aus dem Probenröhrchen entnehmen und **c** auf eine Columbia-Agar Platte pipettieren. **d** Probe mit einem Einwegspatel ausspateln. **e** Herstellen der Verdünnungen in Eppendorfgefäßen. **f** Eppendorfgefäß vortexen. **g** Mit der Mikroliterpipette 100 µl von der hergestellten Verdünnung auf die entsprechende Platte pipettieren und **h** ausspateln.

3.2.3. Auszählen der koloniebildenden Einheiten

Nachdem die Proben 18–24 Stunden im Brutschrank inkubiert wurden, wurden die KbE ausgezählt. Alle Platten wurden zur Dokumentation abfotografiert und in eine Cloud (Google Drive) geladen und nach Betrieben sortiert. Platten, die mit freiem Auge auszählbar waren, wurden direkt ausgezählt. Bei Platten, bei denen das nicht möglich war, wurde das Foto in eine Zählsoftware (Fiji[®], ImageJ) geladen und mit Hilfe dieser ausgezählt (Abb. 4). Die Werte wurden in eine Excel Tabelle eingetragen.

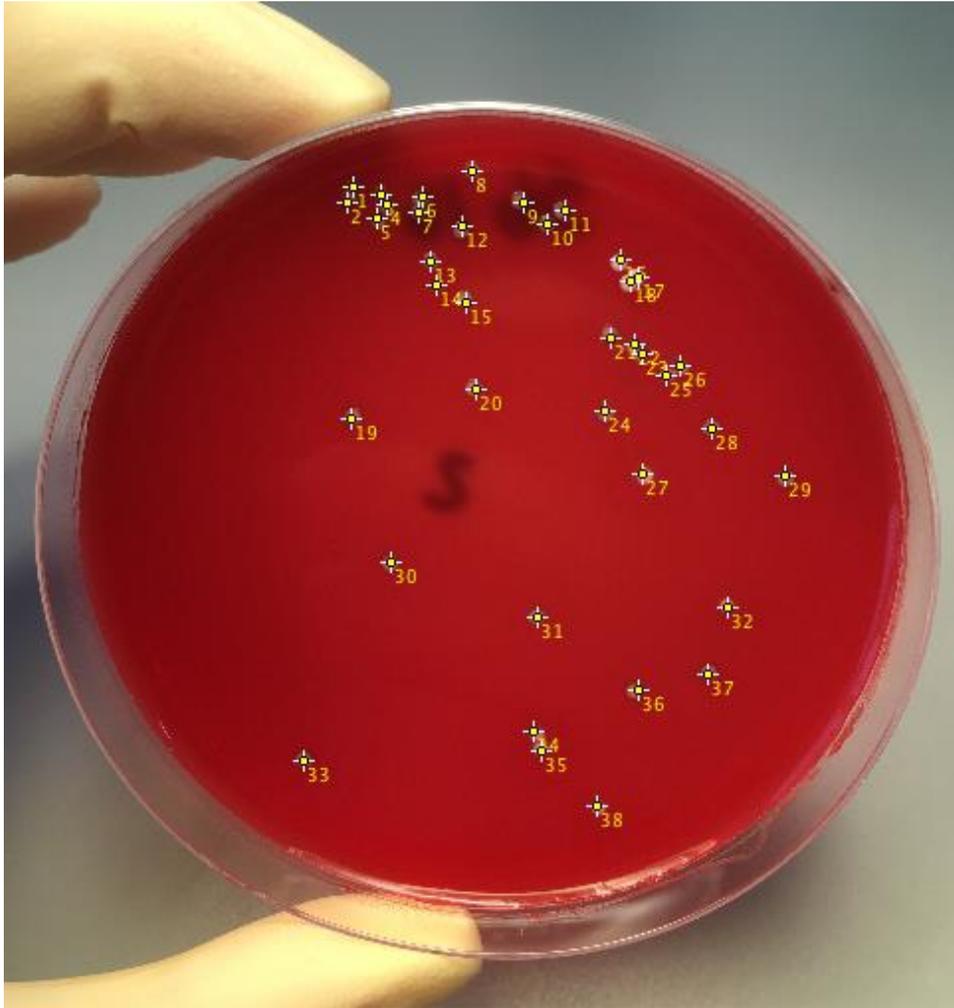


Abb. 4: Auszählen der Koloniebildenden Einheiten mit Hilfe der Zählsoftware Fiji®.

3.3. Statistische Auswertung

Die Verwaltung und Aufbereitung der Daten (Ergebnisse des digitalen Brix-Refraktometers und die erhaltenen Werte der jeweiligen Verdünnungen bei der Auszählung der Platten) erfolgten mit Microsoft Excel (Excel für Mac). Die Antworten der Probenbegleitschreiben und der Fragebögen wurden jeweils mit einer Nummer kodiert und in eine Tabelle übertragen. Die weitere statistische Auswertung wurde mit SPSS Statistics (SPSS® Statistics, Version 27, IBM®, New York, USA) durchgeführt.

Für die Auswertung der bakteriellen Kontamination wurden die Werte von jenen Proben genommen, wo mindestens zwei Verdünnungen auszählbar waren (≤ 300 KbE/Platte) und aus diesen der Mittelwert und die Anzahl an KbE/ml berechnet. Das Ergebnis wurde als „nicht

auszählbar“ („n. a.“) definiert, wenn auf weniger als zwei Platten ≤ 300 Kolonien auszählbar waren oder wenn die Verdünnungsreihe nicht korrekt war (1:10 Verdünnung). Wenn bei mindestens zwei Verdünnungen > 300 KbE/Platte auszählbar waren, wurde das Ergebnis als „elevated“ definiert. Zur Einteilung der Proben in je zwei Gruppen wurden standardisiert festgelegte Cut-off-Werte übernommen. Bei der Gesamtkeimzahl liegen diese Grenzwerte bei 100.000 KbE/ml und bei der Anzahl an coliformen Bakterien bei 10.000 KbE/ml (McGuirk und Collins 2004).

Für den Brix-Wert wurden folgende Werte errechnet: Mittelwert, Median, Standardabweichung, Spannweite (Minimum, Maximum) und 25-, 50-, 75-Quartile. Anschließend wurde der Kolmogorov-Smirnov Test inklusive Lilliefors Korrektur durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Brix-Daten normal verteilt waren. Da die Brix-Werte nicht normal verteilt waren, wurden der nicht-parametrische Mann-Whitney-U Test (zwei unabhängige Stichproben) und der Kruskal-Wallis Test ($>$ zwei unabhängige Stichproben) eingesetzt, um die Unterschiede zwischen den Brix-Werten zwischen unterschiedlichen Variablen auf Einzeltierebene (laut Probenbegleitschreiben) oder Varianten auf Herdenebene (laut online-Fragebogen) zu beschreiben. Als Post-hoc Test wurde der Dunn-Bonferroni Test eingesetzt. Alle Ergebnisse $p \leq 0,05$ wurden als statistisch signifikant interpretiert.

4. Ergebnisse

Im Zeitraum von November 2020 bis Januar 2022 (Abb. 5) wurden von 73 landwirtschaftlichen Betrieben insgesamt 1.051 Kolostrumproben gesammelt. Ein Betrieb mit einer Probe wurde nicht in den Ergebnis-Teil mit aufgenommen, da der Fragebogen nicht beantwortet abgegeben wurde und deshalb zu wenig Informationen zur Verfügung standen.

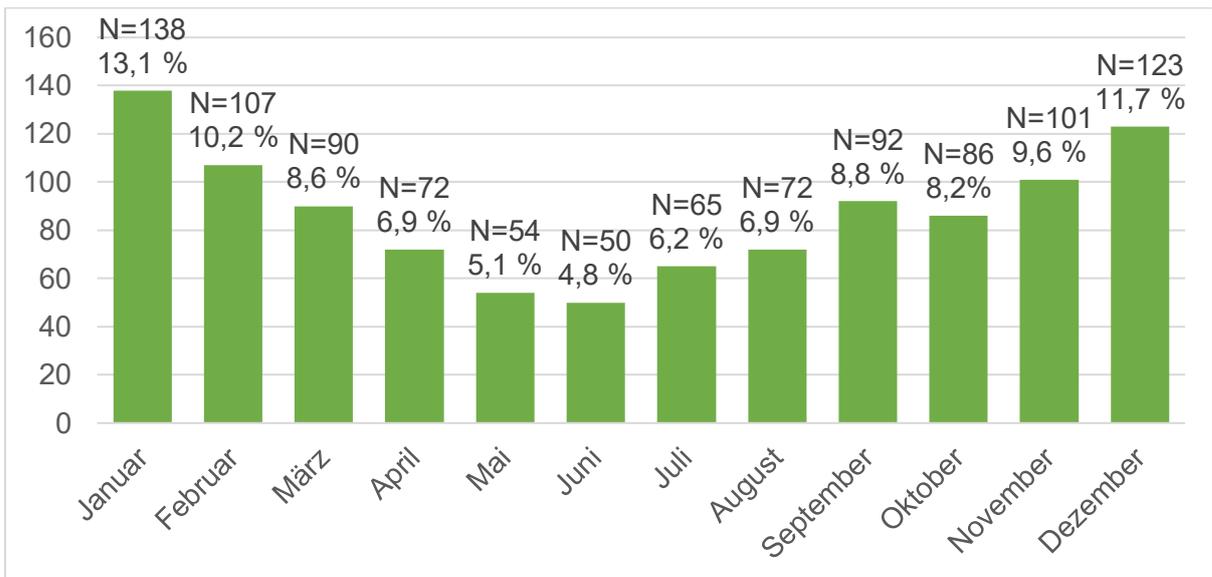


Abb. 5: Menge an Proben, die pro Monat gesammelt wurden (November 2020 bis Januar 2022).

4.1. Ergebnisse des Online-Fragebogens: Betriebsebene

Um Informationen über die einzelnen Betriebe zu erhalten, wurden die Antworten der online-Fragebögen ausgewertet. An der Studie nahmen Betriebe aus biologischer (N=46, 63,9 %) und konventioneller (N=26, 31,6 %) Landwirtschaft aus dem Bundesland Salzburg teil, die den Betrieb als Haupterwerb (N=39, 54,2 %) oder Nebenerwerb (N=33, 45,8 %) bewirtschafteten. Für die Auswertung wurde das Bundesland in fünf Gaue eingeteilt: Flachgau/Salzburg Stadt, Lungau, Pinzgau, Pongau und Tennengau (Abb. 6). An der Studie waren 69 Betriebe mit Milchkühen (95,8 %), ein Betrieb mit Mutterkühen (1,4 %), sowie zwei Betriebe mit Kühen, die sowohl Milch- als auch Mutterkühe (2,8 %) sind, beteiligt. Die Betriebe hatten Fleckvieh- (N=34, 47,2 %), Holstein- (N=2, 2,8 %) und Pinzgauer-Kühe (N=3, 4,2 %). Zweiunddreißig Betriebe (44,4 %) hatten eine gemischte Herde und ein Betrieb (1,4 %) hatte nicht angegeben welcher Rasse die Kühe angehörten.

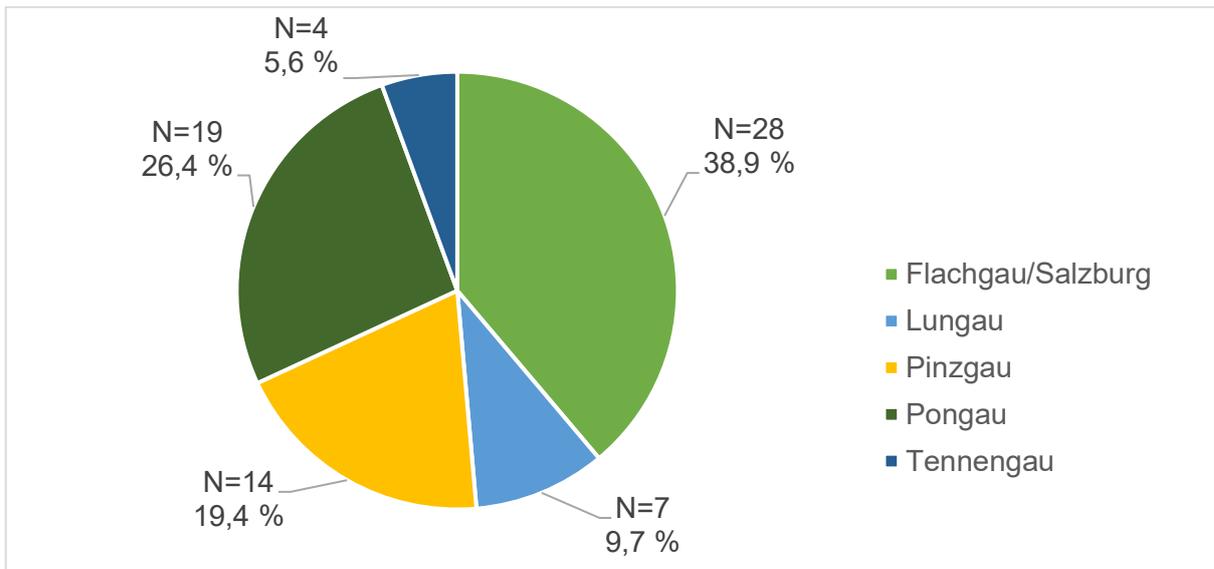


Abb. 6: Betriebe pro Gau.

Bezüglich des Zeitpunktes der ersten Kolostrumgewinnung nach der Geburt des Kalbes, gaben die Landwirt:innen an, ob diese innerhalb einer Stunde *p. p.*, eine bis sechs Stunden *p. p.* oder zur nächsten Melkzeit erfolgte oder ob das Kalb bei der Mutter blieb und selbstständig trank (**Error! Reference source not found.**).

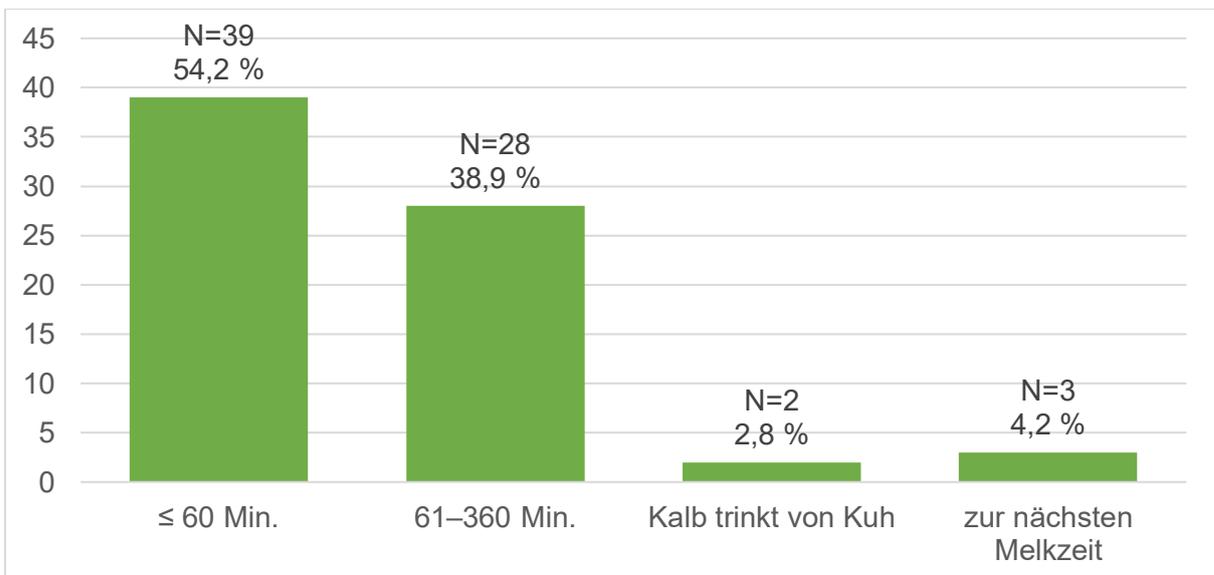


Abb. 7: Zeitraum, in dem die Betriebe angaben, das erste Kolostrum nach der Geburt abzumelken.

Von den 72 Betrieben gab der Großteil (N=64, 88,9 %) an, kein Testgerät zur Bestimmung der Qualität des Kolostrums einzusetzen. Von den sieben Betrieben (9,7 %), die angaben, ein Testgerät einzusetzen, verwendeten zwei Betriebe (28,6 %) einen Trichter (Colostrocheck), ein Betrieb (14,3 %) eine Spindel, drei Betriebe (42,9 %) ein Refraktometer und ein Betrieb (14,3 %) ein Refraktometer und einen Trichter zur Bestimmung der Kolostrumqualität. Ein Betrieb (1,4 %) gab nicht an, ob ein Testgerät verwendet wird.

Der Großteil der Betriebe (N=64, 88,9 %) gab an, dass das Euter vor der Probensammlung gereinigt wird. Bei einem kleinen Teil der Betriebe (N=8, 11,1 %) wird hingegen nach Angaben im Fragebogen das Euter vor dem Melken des Kolostrums nicht gereinigt.

4.2. Ergebnisse der Probenbegleitschreiben: Herdenebene

Um Informationen auf Herdenebene zu erhalten, wurden die für jede Probe ausgefüllten Probenbegleitschreiben ausgewertet.

Bei 97 % der Proben gaben die Landwirt:innen an, zu welchem Zeitpunkt das Kolostrum *p. p.* gesammelt wurde. Eine Zusammenfassung der angegebenen Daten (≤ 60 Minuten, 61–360 Minuten und > 360 Minuten) wird in **Error! Reference source not found.** graphisch dargestellt.

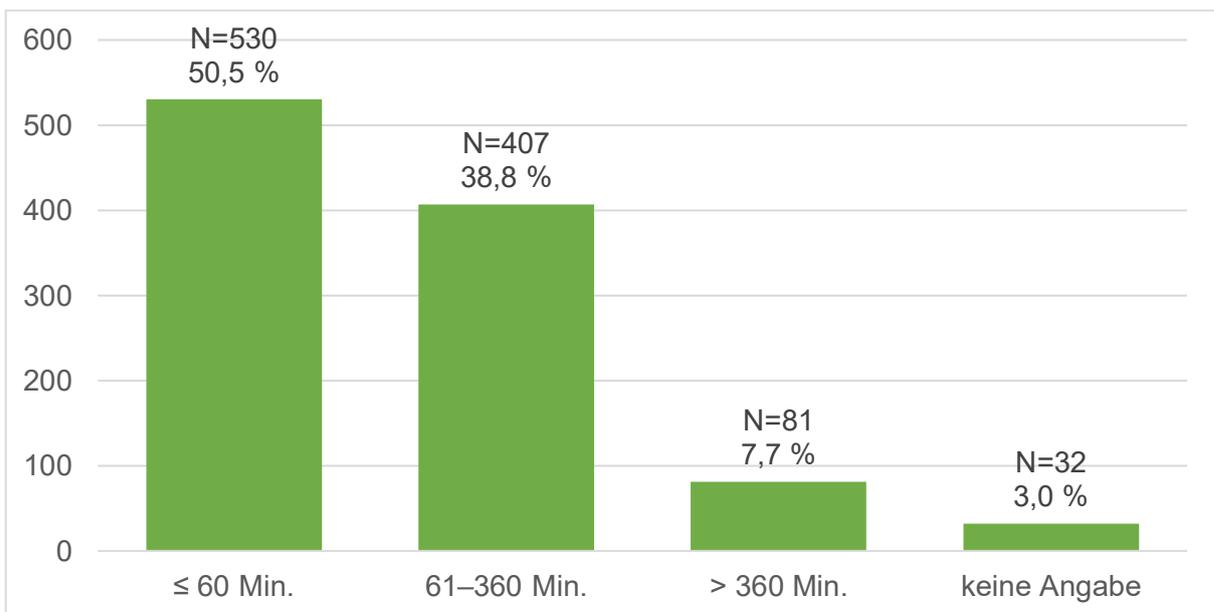


Abb. 8: Zeitverzögerung bis zum ersten Abmelken des Kolostrums *p. p.* laut Probenbegleitschreiben.

Bei 1.029 Proben (98 %) gab es eine Angabe zu der Laktation, in welcher sich die betreffende Kuh befand. Die Anzahl der Laktationen reichte von einer bis 14 Laktationen und wird in Abb. 9 graphisch dargestellt. Die Kühe von der 7. bis zur 14. Laktation werden in der Abbildung zusammenfassend dargestellt (> 6). Zum Zeitpunkt der Probensammlung befanden sich 43 Kühe (4,1 %) in der 7. Laktation, 23 Kühe (2,2 %) in der 8. Laktation, neun Kühe (0,9 %) in der 9. Laktation, sechs Kühe (0,6 %) in der 10. Laktation und jeweils eine Kuh (0,1 %) in der 11. bzw. 14. Laktation.

Zeitverzögerung bis zum ersten Abmelken des Kolostrums p. p. laut Probenbegleitschreiben.

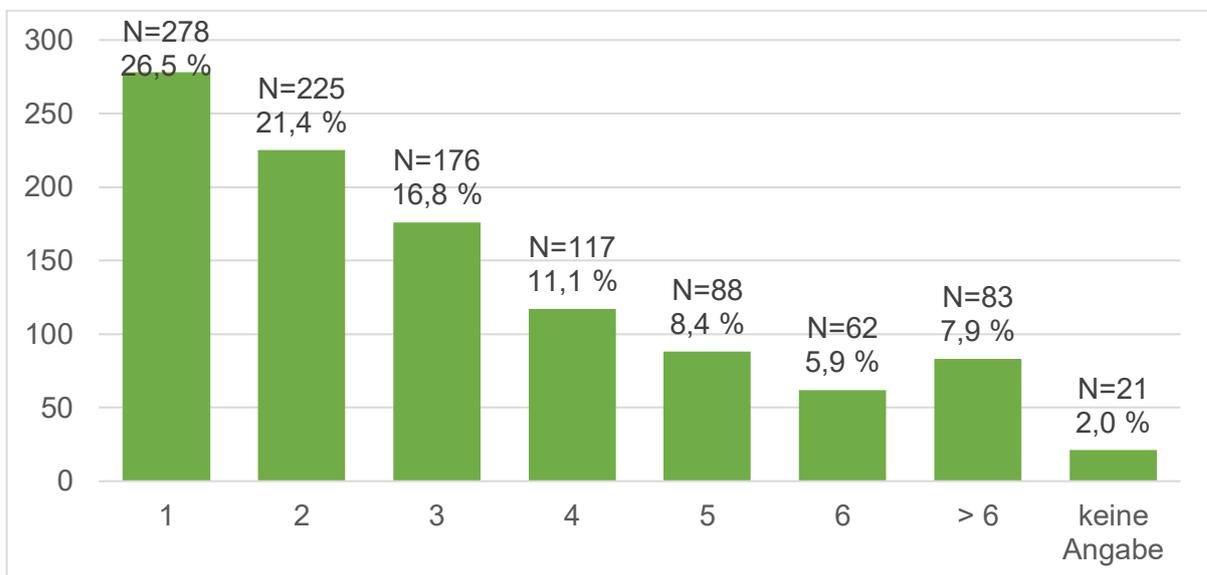


Abb. 9: Anzahl an Kühen pro Laktation.

Für die Kühe ab der zweiten Laktation (N=740, 70,5 %), wurde die Dauer der Trockenstehzeit eingeteilt in < sechs Wochen (N=34, 3,2 %) und in ≥ sechs Wochen (N=706, 67,2 %). Bei 32 Tieren (3,0 %) gab es keine Angabe zu der Länge der Trockenstehzeit und 278 Tiere (26,5 %) waren erstlaktierend. Zum Trockenstellen wurden bei 14,8 % (N=155) nicht-antibiotische Zitzenversiegler und bei 35,6 % (N=374) antibiotische Trockensteller verwendet. Bei 176 Kühen (16,8 %) erfolgte die Trockenstellung ohne Medikamente und 19 Tiere (1,8 %) wurden mit sonstigen Methoden (Methode unbekannt) trockengestellt. Bei 51 Proben (4,9 %) wurde für das Trockenstellmanagement keine Angabe gemacht. Die meisten Kühe (N=974, 92,8 %)

zeigten während der Trockenstehzeit keine Erkrankung, während 32 Kühe (3,0 %) erkrankt waren und acht Tiere (0,8 %) während der Trockenstehzeit prophylaktisch behandelt wurden (Art der Behandlung ist unbekannt). Für 36 Kühe (3,4 %) gab es diesbezüglich keine Angaben.

Eine Impfung hatten 141 Muttertiere (13,4 %) erhalten, während 877 Tiere (83,5 %) nicht geimpft waren. Für 32 Kühe (3,0 %) gab es dazu keine Angabe. Ein Teil der Kühe hatte die Biestmilch vor der Probenentnahme laufen lassen (Abb. 10).

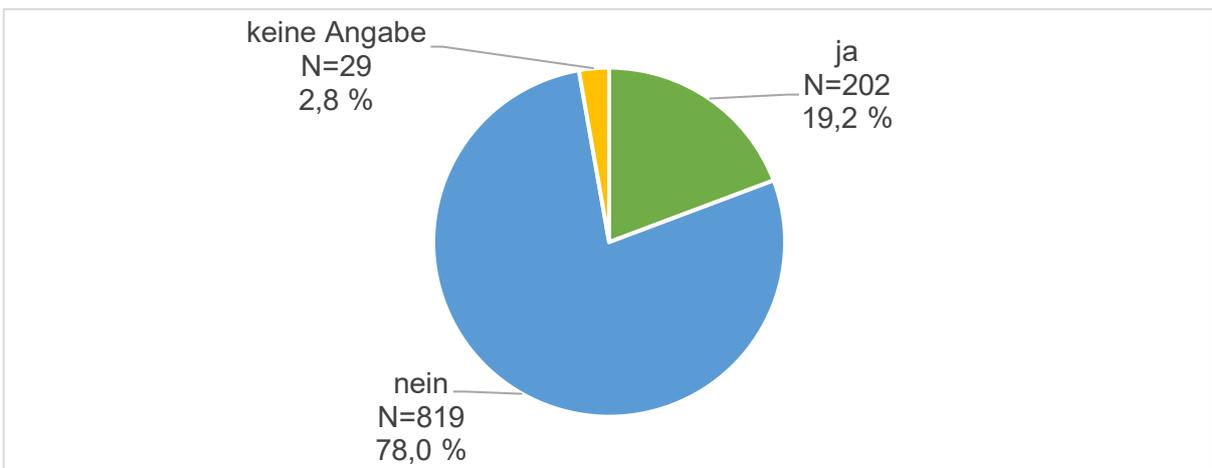


Abb. 10: Laufenlassen der Milch vor dem ersten Abmelken des Kolostrums.

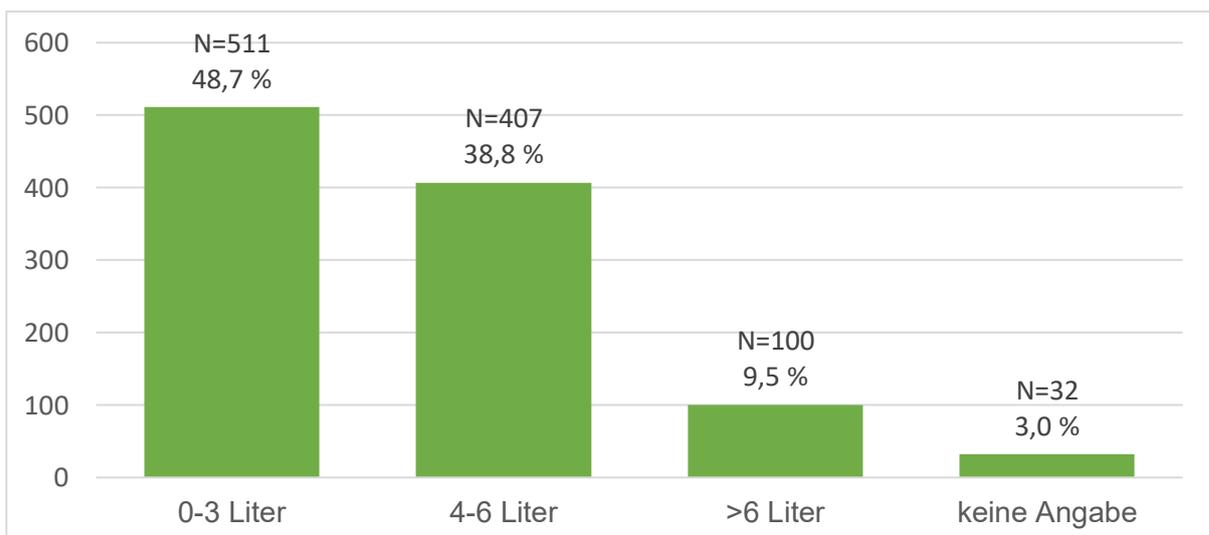


Abb. 11: Menge an Kolostrum beim ersten Melken.

In Abb. 11 wird eine graphische Darstellung der Menge an Kolostrum, die beim ersten Melken gesammelt wurde gezeigt.

Bei den meisten Kühen (N=928, 88 %) wurde das Euter vor der Probensammlung gereinigt. Bei einem kleinen Teil der Tiere (N=95, 9 %) wurde dies nicht durchgeführt und bei 27 Proben (2,6 %) gab es dazu keine Angabe.

4.3. Immunglobuline

Der Gehalt an Immunglobulinen wurde bei 1.051 Proben mittels digitalen Brix-Refraktometers gemessen, wobei eine Kolostrumprobe wegen mangelnder Information durch einen nicht vollständig ausgefüllten Fragebogen exkludiert wurde. Bei vier Proben zeigte das Brix Refraktometer auch nach mehreren Wiederholungen eine Fehlermeldung an („Brix error“) und bei einer Probe ging das Ergebnis verloren („data loss“). Die Brix-Werte reichten von 7,3 bis 36,1 % Brix. Der Median betrug 22,0 % Brix (Interquartilbereich 25–75 %: 19,0 bis 25,1 % Brix) und der Mittelwert 21,8 % Brix. Die Proben wurden in Kolostrum guter (> 22,0 % Brix) und schlechter Qualität (\leq 22,0 % Brix) eingeteilt (Bielmann et al. 2010). Etwas mehr als die Hälfte der Proben (50,3 %, N=528) waren Kolostrum schlechter Qualität und 49,7 % (N=522) waren mit einem Brix-Wert > 22 % von guter Qualität.

Die statistische Auswertung ergab, dass die Faktoren Laktation, Menge an Erstkolostrum, Zeitraum von der Geburt bis zum ersten Abmelken des Kolostrums und Länge der Trockenstehzeit einen signifikanten Einfluss ($p < 0,05$) auf die Kolostrumqualität hatten.

Kühe in der 2. Laktation hatten im Median die niedrigste Kolostrumqualität, wobei das Maximum bis zu einem Brix-Wert von 30,1 % reichte. In Tab. 1 wird gezeigt, dass in dieser Studie die Kolostrumqualität erstlaktierender Kühe besser war als jene von Kühen der 3. und 4. Laktation. Kühe ab der 5. Laktation hatten im Median Kolostrum der besten Qualität, jedoch ist die Schwankungsbreite sehr weit (Minimum 11,6 %). In Tab. 2 werden die p -Werte der Laktationen, bei denen sich die Kolostrumqualität signifikant unterschied, dargestellt.

Für die Menge an Erstkolostrum ergab sich, ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Kühen, bei denen beim ersten Melken < 3 l und bei denen 4–6 l ($p=0,00$) bzw. > 6 l ($p=0,01$), Kolostrum abgemolken wurden, wobei bei Kühen, wo die Menge an Erstkolostrum geringer war (< 3 l) die Qualität signifikant besser war (Abb. 12).

In Tab. 3 ist ersichtlich, dass Kolostrum, das innerhalb der ersten Stunde *p. p.* abgemolken wurde im Median die beste Qualität hatte. In der vorliegenden Studie war das zwischen sechs und zwölf Stunden nach der Geburt abgemolkene Kolostrum qualitativ am schlechtesten. Die *p*-Werte jener Zeitintervalle von Geburt und erstem Melken des Kolostrums, zwischen denen sich die Kolostrumqualität signifikant unterschied, wird in Tab. 4 dargestellt.

In Bezug auf die Trockenstehzeit hatten in dieser Studie Kühe mit einer Trockenstehzeit von unter sechs Wochen eine signifikant bessere Kolostrumqualität als jene, die länger als sechs Wochen trockengestellt wurden ($p=0,011$). Kalbinnen hatten im Vergleich zu den Kühen, die weniger ($p=0,082$) oder mehr als sechs Wochen ($p=0,351$) trockengestellt wurden keine signifikant schlechtere Kolostrumqualität (Abb. 13).

Tab. 1: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen. Die Laktation ist statistisch signifikant ($p < 0,001$).

		Laktation						
		1. Lakt.	2. Lakt.	3. Lakt.	4. Lakt.	5. Lakt.	6. Lakt.	> 6. Lakt.
≤ 22 %	N	122	147	98	56	36	25	28
	%	44,2	65,6	55,7	48,7	40,9	40,3	33,7
> 22 %	N	154	77	78	59	52	37	55
	%	55,8	34,4	44,3	51,3	59,1	59,7	66,3
Median		22,7	20,8	21,3	22,1	23,3	23,1	24,1
Minimum		7,3	9,7	9,9	9,7	11,6	11,7	14,6
Maximum		35,7	30,1	32,6	31,2	34,4	32,7	36,1
Quartile	25	18,8	18,4	18,5	19,2	19,4	20,6	20,6
	75	25,6	23,3	24,5	25,1	25,4	25,6	27,5
IB¹		6,8	4,9	6	5,9	6	5	6,9

¹IB = Interquartilbereich 25–75 %

Tab. 2: p -Werte der Laktationen, zwischen denen sich die Kolostrumqualität signifikant unterschied.

Laktationen	p -Wert
1. und > 6. Laktation	0,038
2. und 1. Laktation	0,001
2. und 5. Laktation	0,006
2. und 6. Laktation	0,001
2. und > 6. Laktation	0,000
3. und > 6. Laktation	0,001
4. und > 6. Laktation	0,035

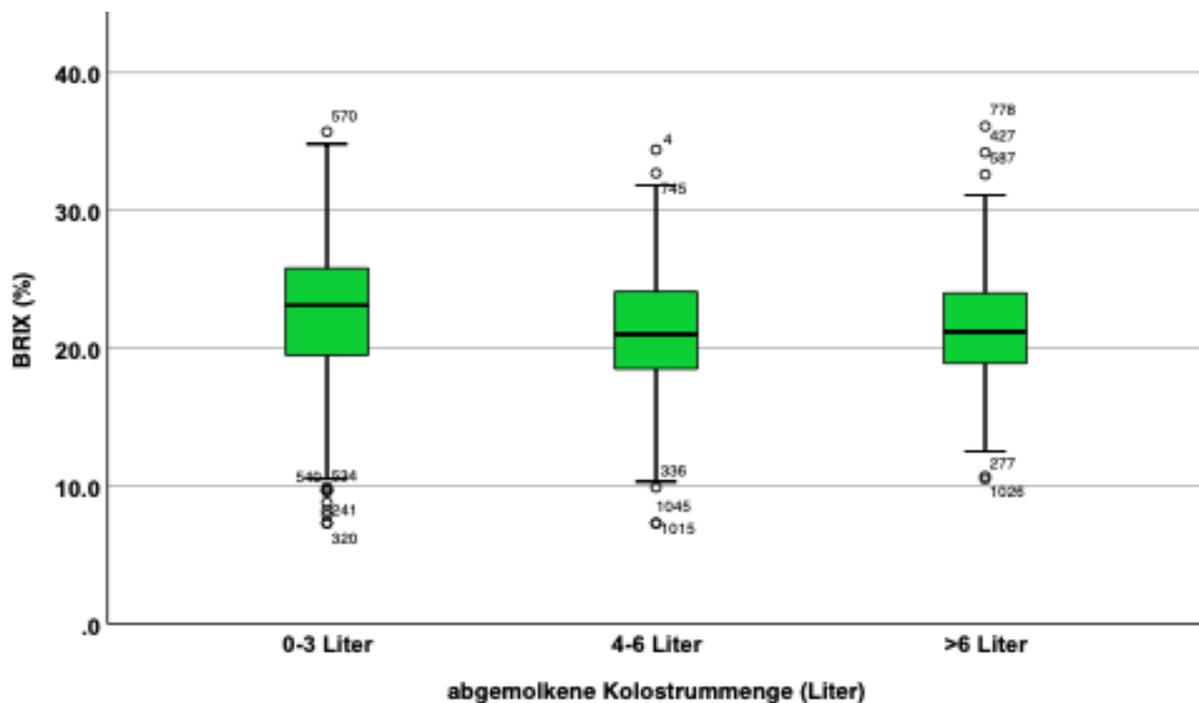


Abb. 12: Der Boxplot zeigt die Unterschiede in den Brix-Werten zwischen der Menge des gemolkene Erstkolostrums für 0–3 l (N=511, 48,7 %), 4–6 l (N=407, 38,8 %) und > 6 l (N=100, 9,5 %). Es war ein statistisch signifikanter Unterschied in der Qualität des Kolostrums zwischen Kühen mit wenig (0–3 l) und viel (4–6 bzw. > 6 l) Erstkolostrum erkennbar ($p=0,00$ bzw. $p=0,01$). Der Unterschied zwischen der Gruppe mit 4–6 l und > 6 l war nicht statistisch signifikant ($p=1,00$).

Tab. 3: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit vom Zeitraum von der Geburt bis zum ersten Abmelken des Kolostrums. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

		Zeitraum von der Geburt bis zum ersten Abmelken des Kolostrums				
		≤ 60 Min.	61–120 Min.	121–360	361–720	> 720 Min.
≤ 22 %	N	239	77	135	47	12
	%	45,4	52,4	52,3	74,6	66,7
> 22 %	N	287	70	123	16	6
	%	54,6	47,6	47,7	25,4	33,3
Median		22,5	21,3	21,8	19,0	20,7
Minimum		7,3	10,6	7,3	7,3	10,4
Maximum		36,1	31,5	34,4	31,4	29,4
Quartile	25	19,6	18,3	19,2	15,0	14,9
	75	25,5	24,9	24,4	22,6	23,9
IB¹		5,9	6,6	5,2	7,6	9,0

¹IB = Interquartilbereich 25–75 %

Tab. 4: p -Werte der Zeitintervalle zwischen Geburt und dem ersten Melken des Kolostrums, zwischen denen sich die Kolostrumqualität signifikant unterschied.

Zeitintervalle	p-Wert
> 360 Min. und ≤ 60 Min.	0,000
> 360 Min. und 61–120 Min.	0,039
> 360 Min. und 121–360 Min.	0,029

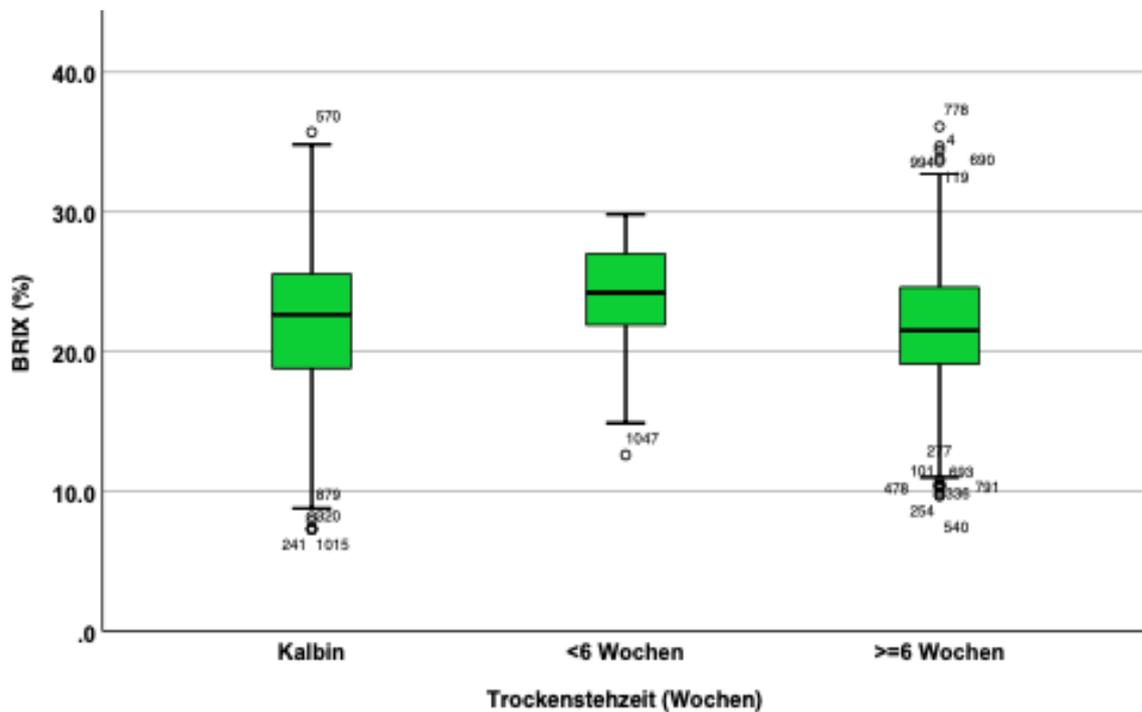


Abb. 13: Der Boxplot zeigt die Unterschiede in den Brix-Werten zwischen Kalbinnen (N=278, 26,5 %) und Kühen, welche < sechs Wochen (N=34, 3,2 %) und \geq sechs Wochen (N=706, 67,2 %) trockenstanden. Es ist ein statistisch signifikanter Unterschied in der Kolostrumqualität bei einer unterschiedlichen Dauer der Trockenstehzeit erkennbar ($p=0,011$), nicht aber zwischen den Kühen, die trockengestellt wurden und den Kalbinnen ($p > 0,05$).

Das Trockenstellmanagement ($p=0,415$), das Laufenlassen der Milch vor oder während der Geburt ($p=0,130$), die Impfung des Muttertieres ($p=0,341$), die Wirtschaftsweise ($p=0,215$), die Erkrankungen in der Trockenstehzeit ($p=0,679$) und die Betriebsstruktur ($p=0,670$) hatten in dieser Studie keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Kolostrumqualität ($p > 0,05$). In Tab. 5, Tab. 6 und Abb. 14 ist jedoch ersichtlich, dass numerische Unterschiede vorhanden waren. Kühe, die vor dem ersten Melken Milch verloren hatten und Kühe, die nicht geimpft wurden, hatten qualitativ ein etwas schlechteres Kolostrum. Bei biologisch wirtschaftenden Betrieben und bei Betrieben, die als Haupterwerb bewirtschaftet wurden, war die Kolostrumqualität im Vergleich zu konventionellen Betrieben bzw. zu Betrieben, die als Nebenerwerb bewirtschaftet wurden etwas schlechter. Eine Erkrankung während der Trockenstehzeit hat keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Kolostrumqualität, jedoch waren die meisten Tiere während der Trockenstehzeit nicht erkrankt, weshalb die Gruppengrößen sehr unterschiedlich waren.

Tab. 5: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit vom Trockenstellmanagement. Die Kolostrumqualität unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den beschriebenen Methoden ($p > 0,05$).

		Trockenstellmanagement				
		antibiotisch trocken-gestellt	Zitzen-versiegler	keine Medi-kamente	sonstiges	Kalbin-erste Laktation
≤22 %	N	186	74	103	12	123
	%	49,9	48,4	58,5	63,2	45,1
> 22 %	N	187	79	73	7	150
	%	50,1	51,6	41,5	36,8	54,9
Median		22,1	22,3	21,1	20,9	22,6
Minimum		9,7	10,2	9,7	10,4	7,3
Maximum		34,7	32,6	36,1	29,0	35,7
Quartile	25	19,0	19,7	18,9	18,5	18,8
	75	25,1	24,9	24,6	24,6	25,5
IB¹		6,1	5,2	5,7	6,2	6,7
p-Wert				0,415		

¹IB = Interquartilbereich 25–75 %

Tab. 6: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit von den Variablen, die statistisch keinen signifikanten Einfluss auf die Kolostrumqualität hatten.

		Laufenlassen der Milch		Impfung Muttertier		Wirtschafts- weise		Erkrankung	
		ja	nein	ja	nein	konv.	biol.	ja	nein
≤ 22 %	N	114	394	65	444	207	321	19	477
	%	57,0	48,3	46,1	50,9	46,8	53,2	59,4	49,3
> 22 %	N	86	422	76	428	235	282	13	491
	%	43,0	51,7	53,9	49,1	53,2	46,8	40,6	50,7
Median		21,3	22,3	22,7	21,9	22,3	21,4	21,5	22,1
Minimum		9,6	7,3	10,5	7,3	7,3	7,3	9,9	7,3
Maximum		35,7	36,1	32,2	36,1	36,1	35,7	30,9	36,1
Quartile	25	18,5	19,2	19,3	18,9	19,0	19,0	18,6	19,1
	75	24,5	25,3	25,5	25,0	25,3	25,0	25,8	25,2
IB¹		6,0	6,1	6,2	6,1	6,3	6,0	7,2	6,1
p-Wert		0,130		0,341		0,215		0,679	

¹IB = Interquartilbereich 25–75 %

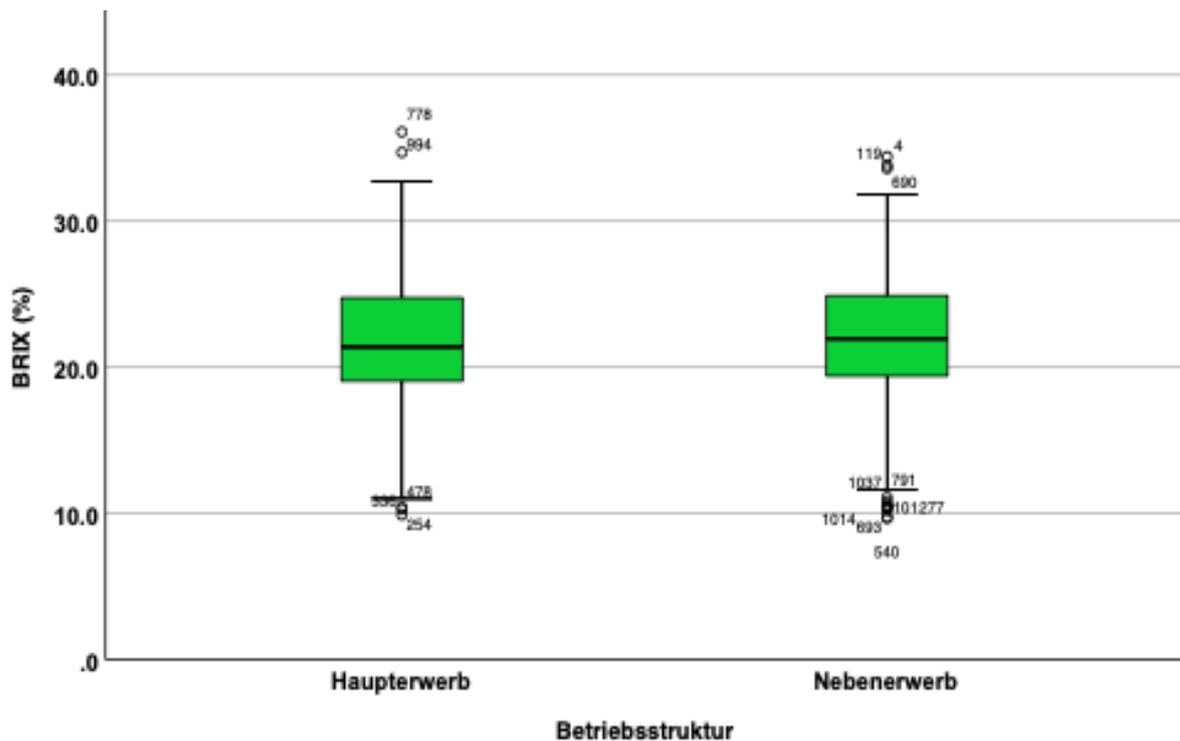


Abb. 14: Der Boxplot zeigt die Unterschiede in den Brix-Werten zwischen Betrieben im Haupterwerb (N=39, 54,2 %) bzw. Nebenerwerb (N=33, 45,8 %). Der Unterschied ist nicht statistisch signifikant ($p=0,670$).

4.4. Bakterielle Kontamination

Es wurden mindestens zehn Kolostrumproben pro Betrieb auf deren Gesamtkeimzahl und den Gehalt an coliformen Bakterien untersucht. In Summe wurden jeweils 671 (63,8 %) Proben ausgespatelt. Davon wurde eine Probe exkludiert, da durch einen nicht vollständig ausgefüllten Fragebogen zu wenig Informationen vorhanden waren.

Bei 593 Proben (88,5 %) gaben die Betriebe an, das Euter vor dem Abmelken gereinigt zu haben. Bei 67 Proben (10,0 %) wurde dies laut Antworten der Landwirt:innen nicht gemacht und bei zehn Proben (1,5 %) wurde diese Frage nicht beantwortet. In Tab. 7 und wird eine Übersicht über die Gesamtkeimzahl bzw. die Kontamination mit coliformen Bakterien in Abhängigkeit von der Reinigung des Euters vor dem Abmelken des Kolostrums dargestellt. Diese hatte in der vorliegenden Arbeit keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die bakterielle Kontamination. Ein geringer numerischer Unterschied ist in der tabellarischen Darstellung dahingehend erkennbar, dass jene Proben, wo das Euter vor dem Abmelken nicht

gereinigt wurde, eine geringere Kontamination aufwiesen als jene, wo eine Reinigung durchgeführt wurde.

4.4.1. Auswertung Gesamtkeimzahl

Für die Gesamtkeimzahl wurden 670 Proben (63,7 %) ausgewertet. Unterhalb des genannten Grenzwertes für die Gesamtkeimzahl lagen 48,5 % (N=325) der Proben, davon wurde bei zwei Proben (0,3 %) kein bakterielles Wachstum nachgewiesen. Oberhalb des Grenzwertes lagen 30,3 % (N=203). Davon waren 148 Proben (22,1 %) „elevated“. In Summe waren 142 Proben (21,2 %) „nicht auszählbar“. Die Werte der auszählbaren Proben, bei denen ein bakterielles Wachstum stattgefunden hat (KbE/Platte \neq 0), reichten von 50 bis 461.000 KbE/ml. Der Median betrug 18.075 KbE/ml (IB: 4.512,5 bis 44.037,5 KBE/Platte) und der Mittelwert 46.688,2 KbE/ml. In Abb. 15 werden Bilder von Kolostrumproben unterschiedlicher Qualität hinsichtlich der Gesamtkeimzahl dargestellt. Die Gesamtkeimzahl hatte in der vorliegenden Studie statistisch keinen signifikanten Einfluss ($p=0,648$) auf die Kolostrumqualität in Bezug auf den Brix-Wert.

4.4.2. Auswertung coliforme Bakterien

Bei den coliformen Bakterien wurden in Summe 670 Proben (63,7%) ausgewertet. Bezüglich des Grenzwertes bei den coliformen Bakterien lagen 86,4 % (N=579) der Proben unterhalb dieses Grenzwertes. Davon wurde bei 377 Proben (56,3 %) kein Wachstum coliformer Bakterien nachgewiesen. Achtunddreißig Proben (5,7 %) lagen oberhalb des Cut-off-Wertes, davon waren 3,6 % (N=24) „elevated“. Bei 53 Proben (7,9 %) waren die Platten „nicht auszählbar“. Die Werte der Proben, die auszählbar waren und bei denen ein bakterielles Wachstum vorhanden war (KbE/Platte \neq 0), reichten von 10 bis 29.600 KbE/ml. Der Median betrug 100 KbE/ml (IB: 20 bis 663,8 KbE/Platte) und der Mittelwert 2.021,9 KbE/ml. In Abb. 16 werden Bilder von Kolostrumproben unterschiedlicher Qualität hinsichtlich der Kontamination mit coliformen Bakterien dargestellt. Die Kontamination mit coliformen Bakterien hatte in der vorliegenden Studie statistisch keinen signifikanten Einfluss ($p=0,188$) auf die Qualität des Kolostrums in Bezug auf den Immunglobulingehalt.

Tab. 7: Übersicht der Gesamtkeimzahl sowie den Gehalt an coliformen Bakterien in Abhängigkeit von der Reinigung des Euters vor dem Abmelken des Kolostrums.

Reinigung Euter		Gesamtkeimzahl		Coliforme Bakterien	
		ja	nein	ja	nein
≤ 100.000 KbE/ml	N	273	42		
	%	46,0	62,7		
> 100.000 KbE/ml	N	53	2		
	%	8,9	3,0		
≤ 10.000 KbE/ml	N			179	22
	%			30,1	32,8
> 10.000 KbE/ml	N			12	1
	%			2,0	1,5
KbE/Platte=0	N	2	0	330	40
	%	0,3	0	55,6	59,7
"elevated"	N	135	12	23	0
	%	22,7	17,9	3,9	0,0
"nicht auszählbar"	N	130	11	49	4
	%	21,9	16,4	8,2	6,0
keine Angabe	N	1	0	1	0
	%	0,2	0	0,2	0,0
Median		18.700,0	13.125,0	80,0	205,0
Minimum		50	100	10	10
Maximum		461.000	230.500	29.600	15.600
Quartile	25	4.850,0	2.762,5	20,0	30,0
	75	45.150,0	32.375,0	667,5	500,0
IB¹		40.300,0	29.612,5	647,5	470,0
p-Wert		0,098		0,928	

¹IB = Interquartilbereich

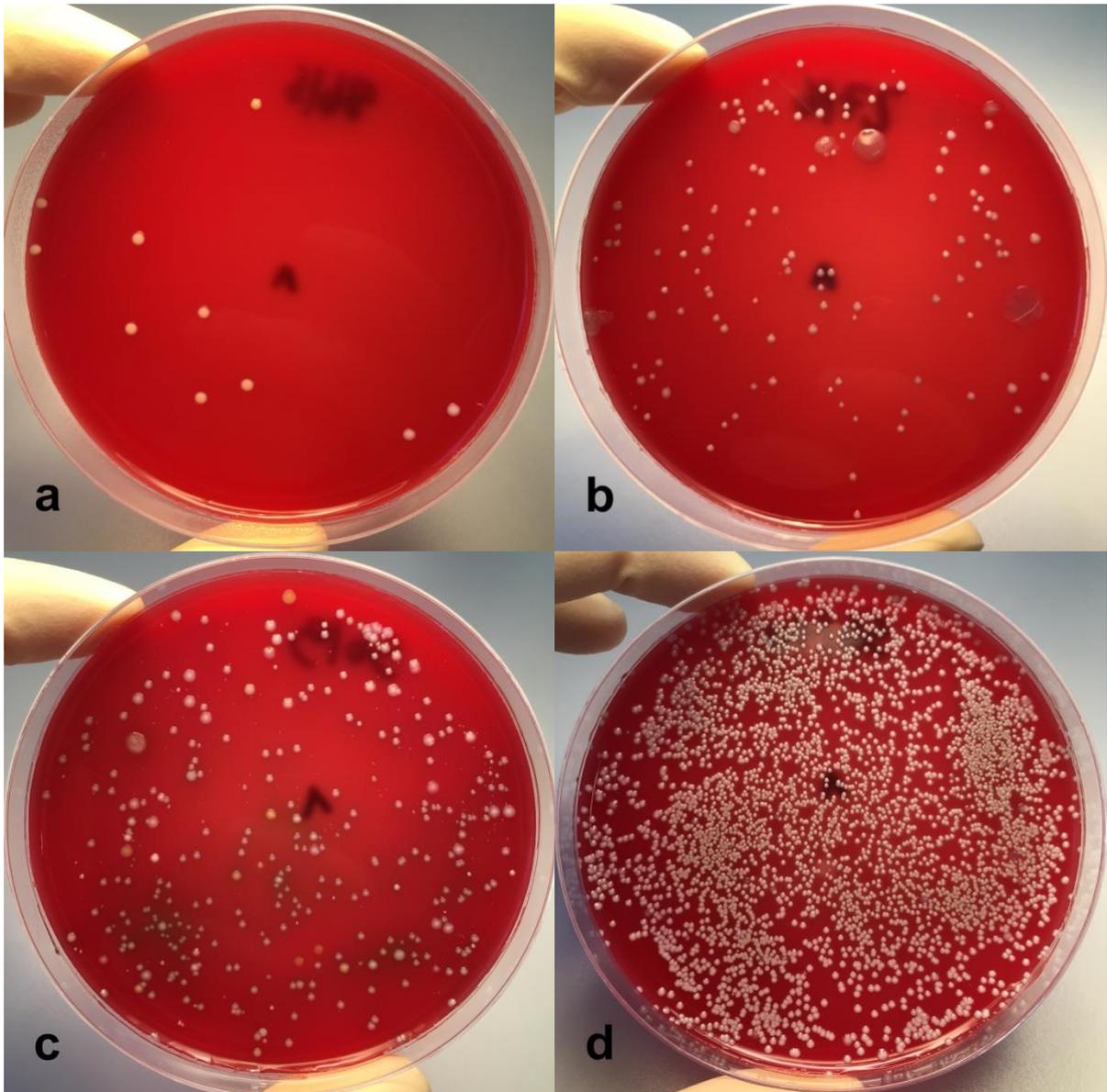


Abb. 15: Darstellung der Gesamtkeimzahl (Columbia-Agar Platten mit 5 % Schafblut) einer Verdünnung 1 von vier verschiedenen Kolostrumproben. **a** und **b** zeigen Proben guter Kolostrumqualität hinsichtlich der bakteriellen Kontamination (TPC < 100.000 KbE/ml). **c** zeigt das Ergebnis einer Probe mit grenzwertiger Kolostrumqualität, aber mit einem TPC < 100.000 KbE/ml, die Bakterienkolonien der hier gezeigten Verdünnung waren nicht zählbar. **d** zeigt Kolostrum schlechter Qualität hinsichtlich der bakteriellen Kontamination (TPC > 100.000 KbE/ml).

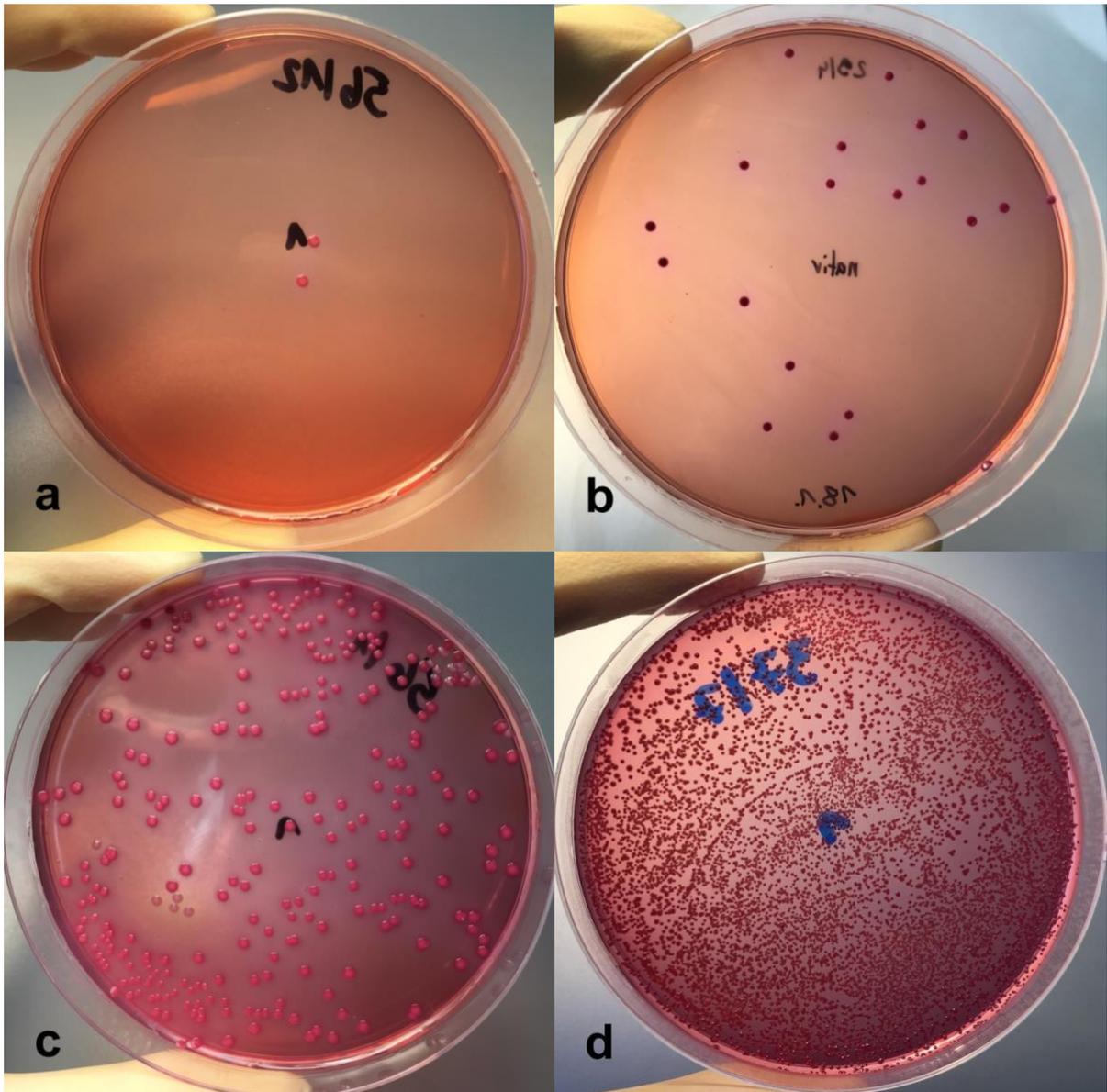


Abb. 16: Coliforme Bakterien (MacConkey-Agar Platte) von vier verschiedenen Kolostrumproben. **a** Darstellung einer Verdünnung 1 einer Kolostrumprobe guter Qualität hinsichtlich der Kontamination mit coliformen Bakterien (< 10.000 KbE/ml). **b** Darstellung einer nativen Kolostrumprobe guter Qualität hinsichtlich der Kontamination mit coliformen Bakterien (< 10.000 KbE/ml). **c** Darstellung einer Verdünnung 1 einer Kolostrumprobe schlechter Qualität (> 10.000 KbE/ml), die Bakterienkolonien der hier gezeigten Verdünnung waren noch zählbar. **d** Darstellung einer nativen Kolostrumprobe von schlechter Qualität hinsichtlich der Kontamination mit coliformen Bakterien (> 10.000 KbE/ml).

4.5. Kolostrumqualität – Immunglobulingehalt und bakterielle Kontamination

Von 669 Proben (63,7 %) wurden der Brix-Wert, die Gesamtkeimzahl und die Kontamination mit coliformen Bakterien gemessen. Davon waren 185 Proben (27,7 %) nicht auswertbar, da die KbE entweder auf der Columbia-Agar Platte oder auf der MacConkey-Agar Platte nicht auszählbar waren. Von den 669 Proben lagen 162 Proben (24,2 %) innerhalb der empfohlenen Standards (> 22 % Brix, TPC < 100.000 KbE/ml, Coliforme < 10.000 KbE/ml) (McGuirk und Collins 2004, Biemann et al. 2010). Insgesamt lagen 19 der Proben (2,8 %) innerhalb keiner der drei empfohlenen Standards (Tab. 8).

Tab. 8: Menge an Proben in Zusammenhang mit den Standards für gute Kolostrumqualität.

	≤22%		>22%	
	N	%	N	%
<100.000 KbE/ml	150	22,4	175	26,2
>100.000 KbE/ml	25	3,7	30	4,5
TPC "elevated"	76	11,4	71	10,6
TPC "nicht auszählbar"	71	10,6	71	10,6
<10.000 KbE/ml	275	41,1	303	45,3
>10.000 KbE/ml	6	0,9	8	1,2
Coliforme "elevated"	16	2,4	8	1,2
Coliforme "nicht auszählbar"	25	3,7	28	4,2
<100.000 KbE/ml und <10.000 KbE/ml	139	20,8	162	24,2
<100.000 KbE/ml und >10.000 KbE/ml (inkl. "elevated")	1	0,1	1	0,1
>100.000 KbE/ml (inkl. "elevated") und <10.000 KbE/ml	70	10,5	79	11,8
>100.000 KbE/ml (inkl. "elevated") und >10.000 KbE/ml (inkl. "elevated")	19	2,8	13	1,9

5. Diskussion

Es wurde hypothetisiert, dass Kolostrum von Kühen im Bundesland Salzburg eine hohe Immunglobulinkonzentration und eine geringe bakterielle Kontamination aufweist. Die Hypothese kann nicht angenommen werden, da sehr viele Kolostrumproben eine geringe Immunglobulinkonzentration und eine hohe bakterielle Kontamination aufwiesen.

5.1. Immunglobulingehalt

In der vorliegenden Studie waren etwas mehr als die Hälfte der Kolostrumproben (50,3 %, N=528) von schlechter (Brix \leq 22 %) und 49,7 % (N=522) mit einem Brix-Wert über 22 % von guter Qualität. Die Brix-Werte reichten von 7,3 bis 36,1 % Brix mit einem Median von 22,0 % Brix und einem Mittelwert von 21,8 % Brix. Diese Werte sind vergleichbar mit den Ergebnissen der Studien von Chuck et al. (2017) und Phipps et al. (2017), wo 48 % (Spannweite von 9–32 % Brix, Mittelwert 22 % Brix) bzw. 61,1 % (Spannweite von 9–32 % Brix, Mittelwert 20,1 % Brix) der Kolostrumproben von schlechter Qualität waren. Da die Menge an qualitativ schlechten Proben sehr hoch war, empfehlen Abuelo et al. (2019) den Immunglobulingehalt vor der Verabreichung an das Neugeborene mittels einer adequaten Messmethode zu messen. Qualitativ gutes Kolostrum sollte gesammelt und eingefroren und bei Bedarf verfüttert werden.

In der Studie von Phipps et al. (2017) hatte der Faktor „Zeitintervall von der Geburt bis zum ersten Abmelken des Kolostrums“ und in jener von Chuck et al. (2017) hatten die Variablen „Menge an Kolostrum“ und „Laufenlassen der Milch vor dem Abmelken des Kolostrums“ den größten Einfluss auf die Kolostrumqualität. In der vorliegenden Studie waren es die Faktoren Laktation ($p=0,000$) bzw. Menge an Erstkolostrum ($p=0,000$ zwischen weniger als 3 l und 4 bis 6 l).

Kühe der 2. Laktation hatten in dieser Studie im Median die schlechteste Kolostrumqualität. Dies wurde auch in den Studien von Gulliksen et al. (2008) und Phipps et al. (2017) beschrieben. Wie in Tab. 1 ersichtlich ist, hatten aber 34,4 % dieser Tiere ein qualitativ gutes Kolostrum und der maximale Brix-Wert reichte bis zu 30,1 % Brix. Infolgedessen sollte Kolostrum von Kühen der 2. Laktation nicht verworfen werden, ohne vorher die Qualität mit einem Testgerät gemessen zu haben (Godden 2008).

In der vorliegenden Studie hatte die Menge an Erstkolostrum einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Qualität des Kolostrums. Dieser Einfluss bestätigt Ergebnisse früherer Studien

und ist wahrscheinlich bedingt durch den genannten Verdünnungseffekt der Immunglobuline durch größere Milchmengen (Pritchett et al. 1991, Conneely et al. 2013).

Die Zeit, die von der Geburt des Kalbes bis zum ersten Melken verstreicht, hatte in dieser Studie einen signifikanten Einfluss auf die Kolostrumqualität. Kolostrum, welches innerhalb einer Stunde *p. p.* gemolken wurde, war qualitativ signifikant hochwertiger als jenes, das zu einem späteren Zeitpunkt gesammelt wurde. Die Qualität des Kolostrums, welches sechs bis zwölf Stunden nach der Geburt abgemolken wurde, war am schlechtesten. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien, in denen die Kolostrumqualität nach neun (Conneely et al. 2013) bzw. zwölf Stunden (Phipps et al. 2017, Kessler et al. 2020) *p. p.* deutlich abnahm. Da die Qualität insgesamt stündlich abnimmt, sollte die erste Melkung so rasch wie möglich nach der Geburt erfolgen (Morin et al. 2010, Conneely et al. 2013, Phipps et al. 2017). In Abb. 7 und Abb. 8 wird der Zeitabstand von der Geburt bis zum ersten Melken *p. p.* verglichen mit dem Zeitintervall, wann die Kuh laut den Antworten im online-Fragebogen das erste Mal nach der Geburt gemolken werden sollte. Ein etwas größerer Teil der Betriebe gab im Fragebogen an, das Kolostrum vor einer bzw. sechs Stunden *p. p.* abzumelken. Dies zeigt, dass mehr Landwirt:innen zwar wissen, dass es wichtig ist, das Erstkolostrum so früh wie möglich zu melken, es dann in der Praxis jedoch nicht umgesetzt wird.

Kühe mit einer Trockenstehzeit von weniger als sechs Wochen (N=34, 3,2 %) zeigten in der vorliegenden Studie eine bessere Kolostrumqualität als jene, die für mehr als sechs Wochen (N=706, 67,2 %) trockengestellt wurden. Es sind mir keine Studien mit vergleichbaren Ergebnissen bekannt. Mehrere Autoren beschreiben, dass die Länge der Trockenstehzeit keinen Einfluss auf die Kolostrumqualität hat, solange diese mindestens vier Wochen beträgt (Rastani et al. 2005, Klusmeyer et al. 2009, Cermakova et al. 2014). Die Größe der beiden Gruppen sind in dieser Studie jedoch sehr unterschiedlich und können somit nicht miteinander verglichen werden. Außerdem ist aus den Probenbegleitschreibern nicht ersichtlich, ob die Kühe weniger oder mehr als vier Wochen trockengestellt wurden, wodurch diese Ergebnisse nicht mit jenen der genannten Studien vergleichbar sind.

Ebenso hatte das Trockenstellmanagement keinen signifikanten Einfluss auf die Immunglobulinkonzentration, wie es auch in der Studie von Phipps et al. (2017) beschrieben wurde.

In der vorliegenden Arbeit wurde nicht bestätigt, dass der Milchfluss vor dem ersten Abmelken des Kolostrums einen signifikant negativen Einfluss auf die Qualität des Kolostrums hatte.

Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit den Studien von Phipps et al. (2017) und Reschke et al. (2017), sowie mit jener von Chuck et al. (2017). In letzterer hatte dieser Faktor den größten Einfluss auf die Kolostrumqualität. Jedoch sind auch hier die Gruppengrößen sehr unterschiedlich (Milchfluss ja: 19,2 %, Milchfluss nein: 78,0 %), wodurch diese nur bedingt miteinander verglichen werden können. Zudem kann das Volumen des vor der Geburt abgeflossenen Kolostrums nicht eingeschätzt werden.

Die Impfung des Muttertieres hatte in der vorliegenden Studie ebenso keinen signifikanten Einfluss auf den Immunglobulingehalt. Von der Auswertung der Probenbegleitschreiben ging nicht hervor, ob die gesamte Herde eine Impfung erhalten hatte oder nicht. In der Studie von Denholm et al. (2017) war die Qualität des Kolostrums von Kühen aus einer Herde, wo nur ein Teil der Tiere geimpft wurde signifikant schlechter als von jenen in Herden, wo alle Kühe eine Impfung erhalten hatten. In der Studie von Pinheiro et al. (2022) erhielten Kühe acht bis zehn Wochen vor der Abkalbung eine Impfung gegen Durchfallerreger (Bovines Rotavirus A und Bovines Coronavirus). Kälber, die mit Kolostrum dieser Kühe gefüttert wurden, zeigten im Serum einen höheren Antikörpertiter als jene, die Kolostrum von Kühen erhielten, die vor der Geburt nicht geimpft wurden. Dies zeigt, dass eine Impfung *a. p.* eine mögliche präventive Maßnahme ist, um die Morbidität bei neugeborenen Kälbern geringer zu halten.

Kein Einfluss auf die Kolostrumqualität wurde für die Wirtschaftsweise und die Betriebsstruktur nachgewiesen. Mir sind diesbezüglich keine Studien mit vergleichbaren Ergebnissen bekannt.

In der vorliegenden Studie wurde bestätigt, dass es Faktoren gibt, die einen Einfluss auf die Kolostrumqualität haben können. Diese sind Laktation, Menge an Erstkolostrum, Zeitintervall bis zum ersten Abmelken des Kolostrums nach der Geburt und Länge der Trockenstehzeit. Für folgende der untersuchten Faktoren war der Einfluss auf die Kolostrumqualität nicht statistisch signifikant: Laufenlassen der Milch vor oder während der Geburt, Impfung des Muttertieres, Wirtschaftsweise, Betriebsstruktur, sowie die bakterielle Kontamination des Kolostrums.

Da die Spannweite des Brix-Wertes bei sämtlichen genannten Faktoren sehr groß war (siehe Abbildungen und Tabellen im Ergebnisteil), sollte, um die Versorgung des neugeborenen Kalbes mit einer ausreichenden Menge an Immunglobulinen zu gewährleisten, jeder Betrieb ein Testgerät zur Bestimmung der Kolostrumqualität einsetzen. So kann qualitativ schlechtes Kolostrum verworfen und qualitativ gutes Kolostrum verfüttert bzw. gesammelt und eingefroren werden, damit es im Falle von qualitativ schlechterem Kolostrum verwendet werden kann. In

der vorliegenden Studie wurde nur bei 9,7 % (N=7) der Betriebe ein Testgerät verwendet. Ein vergleichbares Ergebnis zeigte die ebenso in Österreich durchgeführte Studie von Jöbstl et al. (2015), wo nur 2,8 % der Betriebe die Kolostrumqualität mittels eines Testgerätes gemessen haben. Ein etwas besseres Ergebnis zeigte eine Studie aus Deutschland, wo 23,8 % der teilnehmenden Betriebe die Kolostrumqualität mittels eines Testgerätes überprüft haben (Hayer et al. 2021).

5.2. Gesamtkeimzahl und coliforme Bakterien

Für die Gesamtkeimzahl lagen 48,5 % der Proben unterhalb des Grenzwertes von 100.000 KbE/ml (McGuirk und Collins 2004). Bei sehr vielen Proben (30,3 %) war die Gesamtkeimzahl im Kolostrum zu hoch und bei einem Teil der Proben (21,2 %) waren die KbE nicht auszählbar. Daher sollten die Landwirt:innen bei dem Abmelken des Kolostrums auf die Melkhygiene achten und die Reinigung und Desinfektion des Equipments (Melkgeschirr, Milchkanne, Schläuche, Tränkeeimer, Drencher) einhalten (NMC, 1999). Ausgehend von den Ergebnissen einer Studie von Hyde et al. (2020) sollte das Equipment nach jedem Gebrauch mit heißem statt mit kaltem Wasser und mit Hypochlorit oder Peressigsäure statt mit Wasser oder Salzwasser gereinigt werden. Außerdem sollten die Zitzen der Kühe vor der Kolostrumgewinnung mit einem Zitzendesinfektionsmittel vorbereitet und mit einem sauberen, trockenen Papiertuch abgewischt werden. Das Kolostrum sollte nicht zu lange bei Raumtemperatur stehen gelassen und nach Möglichkeit pasteurisiert werden. Dadurch werden Pathogene, welche über das Kolostrum auf das Kalb übertragen werden können, wie z.B. *Mycoplasma spp.*, *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* sowie *Campylobacter spp.* reduziert (Godden et al. 2006, Abuelo et al. 2019).

Bezüglich der Reinigung des Euters zeigten jene Proben, von denen das Euter vor dem Abmelken des Kolostrums gereinigt wurde, eine erhöhte bakterielle Kontamination als jene, wo keine Reinigung erfolgte. Da jedoch die Größen der beiden Gruppen sehr unterschiedlich waren, sind die Ergebnisse nur bedingt miteinander vergleichbar und eine gründliche Vorbereitung der Zitzen vor der Kolostrumgewinnung wird, wie oben beschrieben, auf jeden Fall empfohlen (Abuelo et al. 2019).

5.3. Limitationen der Studie

An der Studie nahmen landwirtschaftliche Betriebe teil, die sich freiwillig dazu bereit erklärten ihre Proben zu sammeln und untersuchen zu lassen. Im Zuge dessen war die Anzahl an Proben pro Betrieb sehr unterschiedlich und nur bedingt miteinander vergleichbar. Außerdem sammelten die Betriebe die Proben allein mit Hilfe einer schriftlichen Anleitung ohne der Anwesenheit einer an der Studie beteiligten Fachperson. Bei Fehlern in der Probenentnahme (hygienische Entnahme, rasche Entnahme nach der Geburt, Probensammlung beim ersten Melken) und der Lagerung (rasche Kühlung, Lagerung bei der richtigen Temperatur) sind Abnahmen des Immunglobulingehaltes bzw. Zunahmen der Gesamtkeimzahl sowie der coliformen Bakterien möglich, was folglich zu falschen Ergebnissen führen kann. Außerdem können Unklarheiten bei der Fragestellung oder die Tatsache, dass es sich um eine wissenschaftliche Studie handelt und die Landwirt:innen tendenziell versuchten die richtigen, jedoch nicht der Wahrheit entsprechenden Antworten zu geben, ursächlich für fehlerhafte Angaben in den online-Fragebögen bzw. bei den Probenbegleitschreibern sein.

Die Gruppengrößen für einzelne Faktoren (z.B. Laufenlassen der Milch vor dem ersten Melken des Kolostrums, Dauer der Trockenstehzeit, Reinigung des Euters vor dem Abmelken des Kolostrums) waren sehr unterschiedlich und konnten dadurch nur bedingt miteinander verglichen werden.

5.4. Limitationen der Methodik

Die Auswertungen der Proben wurden durch zwei geschulte Studentinnen durchgeführt, dennoch sind Unterschiede bei der Technik zur Probenvorbereitung, beim Ausspateln oder beim Auszählen nicht ausgeschlossen, wodurch geringe Abweichungen bei den Ergebnissen möglich sind. Beim Verwenden der Zählsoftware waren sehr kleine Bakterienkolonien möglicherweise nicht sichtbar und wurden dadurch nicht mitgezählt. Außerdem waren auf einigen Platten nach dem Inkubieren kleine Einkerbungen im Agar vorhanden, die beim Auszählen fälschlicherweise als Bakterienkolonie gewertet wurden. Insgesamt muss man diesen Faktoren allerdings nur einen geringen Einfluss zurechnen.

Das Auftauen der Kolostrumproben könnte ebenso zu einem Anstieg der Gesamtkeimzahl bzw. der coliformen Bakterien und somit zu falschen Ergebnissen geführt haben. Zusätzlich sind durch unsachgemäßes Arbeiten und durch verunreinigte Geräte Kontaminationen ebenso im Labor möglich.

Für die Auswertung des Immunglobulingehaltes wurde ein digitales Brix-Refraktometer verwendet. Diese Werte zeigen zwar eine starke Korrelation (Bielmann et al. 2010) zur Radialen Immundiffusion, jedoch ist die hier verwendete Messmethode nicht der Goldstandard.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden von November 2020 bis Januar 2022 in Summe 1.051 Kolostrumproben von 73 Rinderbetrieben aus dem Bundesland Salzburg gesammelt. Das Ziel dieser Studie war es die Qualität dieser Kolostrumproben zu beurteilen und Faktoren, die einen Einfluss auf diese haben können zu untersuchen. Mit einem digitalen Brix-Refraktometer wurde zum einen der Brix-Wert der Proben gemessen und dadurch auf den Gehalt an Immunglobulinen geschlossen. Zum anderen wurden die nativen Kolostrumproben sowie deren Verdünnungen jeweils auf einer Columbia-Agar Platte zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl sowie auf einer MacConkey-Agar Platte zur Bestimmung der coliformen Bakterien ausgespatelt. Die Platten wurden für 18–24 Stunden bei 37 °C inkubiert. Anschließend wurden die Kolonie bildenden Einheiten (KbE) pro Platte ausgezählt und die Anzahl an Bakterien pro Milliliter berechnet. Außerdem wurden die von den Betrieben ausgefüllten online-Fragebögen und die zu den jeweiligen Kolostrumproben gehörenden Probenbegleitschreiben ausgewertet.

An der Studie nahmen biologische (63,9 %) sowie konventionelle Betriebe (31,6 %) teil, die als Haupterwerb (54,2 %) oder Nebenerwerb (45,8 %) bewirtschaftet wurden. Der Großteil der Betriebe hatte Milchkühe (95,8 %), ein Betrieb hatte Mutterkühe (1,4 %) und zwei Betriebe hatten Kühe, die sowohl Milch- als auch Mutterkuh (2,8 %) genutzt wurden. Die Proben wurden von Kühen der Rasse Fleckvieh (47,2 %), Holstein (2,8 %) und Pinzgauer (4,2 %) gesammelt. Von den 72 Betrieben gaben 9,7 % an, ein Testgerät zur Bestimmung der Kolostrumqualität einzusetzen.

Die Brix-Werte reichten von von 7,3 bis 36,1 % Brix (Median: 22,0 %Brix). Von den Proben waren 49,7 % Kolostrum guter (Brix-Wert > 22 %) und 50,3 % waren von schlechter Qualität.

Die Auswertung der Gesamtkeimzahl ergab, dass 48,5 % der Proben unterhalb und 30,3 % oberhalb des Grenzwertes von 100.000 KbE/ml lagen und 21,2 % der Proben „nicht auszählbar“ waren. Die Werte reichten von 0 bis 461.000 KbE/ml (Median: 18.075 KbE/ml).

Bei den coliformen Bakterien lagen 86,4 % der Proben unterhalb und 5,7 % oberhalb des Grenzwertes von 10.000 KbE/ml und 7,9 % der Proben waren „nicht auszählbar“. Die Werte reichten von 0 bis 29.600 KbE/ml (Median: 100 KbE/ml).

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass die Faktoren Laktation, Menge an Erstkolostrum, Zeitintervall von der Geburt bis zum ersten Abmelken des Kolostrums und Länge der Trockenstehzeit einen signifikanten Einfluss ($p < 0,05$) auf die Kolostrumqualität hatten. Die

Ergebnisse stehen jedoch teilweise im Widerspruch zu früheren Studien. Daher sollten Faktoren, die die Qualität des Kolostrums beeinflussen können, wie die Laktation und das Zeitintervall bis zur ersten Abmelkung des Kolostrums, weiter untersucht werden. Dabei sollte auf eine etwa gleiche Gruppengröße geachtet werden. Außerdem sollten Landwirt:innen aufgeklärt werden, damit vermehrt Testgeräte eingesetzt werden und beim Abmelken, der Verfütterung und der Lagerung des Kolostrums mehr auf Hygiene geachtet wird und so neugeborene Kälber nur mit qualitativ hochwertigem Kolostrum gefüttert werden.

7. Summary

A total of 1,051 colostrum samples were collected from 73 dairy cow farms in the province of Salzburg between November 2020 and January 2022. The aim of this study was to assess the quality of these colostrum samples and to investigate factors that may have an influence on them. First, the Brix value of the samples was measured with a digital Brix refractometer and thus the immunoglobulin content was determined. Then, the native colostrum samples and their dilutions were each spotted out on Columbia agar plates to determine the total bacterial count and on MacConkey agar plates to determine the coliform bacteria. The plates were incubated at 37 °C for 18–24 hours. The colony forming units (cfu) per plate were then counted and the number of bacteria per millilitre was calculated. In addition, the online questionnaires filled out by the farmers and the sample accompanying letters belonging to the respective colostrum samples were evaluated.

Organic farms (63.9 %) and conventional farms (31.6 %), which were managed as a full time (54.2 %) or part time (45.8 %) farm participated in the study. The majority of farms had dairy cows (95.8 %), one farm had suckler cows (1.4 %), and two farms had cows used for both dairy and suckler (2.8 %). The breeds of the cows from which the samples were collected were Fleckvieh (Simmental; 47.2 %), Holstein (2.8 %), and Pinzgauer (4.2 %). Of the 72 farms, 9.7 % reported using a testing device to determine colostrum quality.

Brix values ranged from 7.3 to 36.1 % Brix (median: 22.0 % Brix). Of the samples, 49.7 % were good quality colostrum (Brix value > 22 %) and 50.3 % were of poor quality.

Evaluation of the total bacterial count showed that 48.5 % of the samples were below and 30.3 % were above the limit of 100,000 cfu/ml and 21.2 % of the samples were "not countable". Values ranged from 0 to 461,000 cfu/ml (median: 18,075 cfu/ml).

For coliform bacteria, 86.4 % of samples were below and 5.7 % were above the 10,000 cfu/ml threshold and 7.9 % of samples were "not countable." Values ranged from 0 to 29,600 cfu/ml (median: 100 cfu/ml).

The results of this study showed that the factors lactation, amount of first colostrum and length of dry period had a significant influence ($p < 0.05$) on colostrum quality. However, the results are partly contradictory to previous studies, so further research is needed to determine factors that may influence colostrum quality.

8. Abkürzungsverzeichnis

<i>a. p.</i>	<i>ante partum</i>
Ak	Antikörper
cfu	colony forming unit
FPT	failure of passive transfer of immunity
IB	Interquartilbereich
Ig	Immunglobulin
KbE	Kolonie bildende Einheit
N	Anzahl
<i>p. p.</i>	<i>post partum</i>
SOP	Standard Operating Procedure
<i>spp.</i>	<i>species pluralis</i>
<i>subsp.</i>	<i>subspecies</i>
THI	temperature-humidity-index
V	Verdünnung

9. Literaturverzeichnis

Abuelo A, Havrlant P, Wood N, Hernandez-Jover M. 2019. An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 102(9):8352–8366.

Annen EL, Collier RJ, McGuire MA, Vicini JL, Ballam JM, Lormore MJ. 2004. Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(11):3746–3761.

Barrington GM, Parish SM. 2001. Bovine neonatal immunology. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 17(3):463–476.

Barrington GM, McFadden TB, Huyler MT, Besser TE. 2001. Regulation of colostrogenesis in cattle. *Livestock Production Science*, 70(1–2):95–104.

Bartens MC, Drillich M, Rychli K, Iwersen M, Arnholdt T, Meyer L, Klein-Jöbstl D. 2016. Assessment of different methods to estimate bovine colostrum quality on farm. *New Zealand Veterinary Journal*, 64(5):263–267.

Bartier AL, Windeyer MC, Doepel L. 2015. Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. *Journal of Dairy Science*, 98(3):1878–1884.

Baumrucker CR, Burkett AM, Magliaro-Macrina AL, Dechow CD. 2010. Colostrogenesis: Mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. *Journal of Dairy Science*, 93(7):3031–3038.

Bielmann V, Gillan J, Perkins NR, Skidmore AL, Godden S, Leslie KE. 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93(8):3713–3721.

Blum JW. 2003. Colostrum - More than just an immunoglobulin supplier. *Acta Veterinaria Scandinavica, Supplement*, (98):123–124.

Borchardt S, Sutter F, Heuwieser W, Venjakob P. 2022. Management-related factors in dry cows and their associations with colostrum quantity and quality on a large commercial dairy farm. *Journal of Dairy Science*, 105(2):1589–1602.

Cermakova J, Kudrna V, Simeckova M, Vyborna A, Dolezal P, Illek J. 2014. Comparison of shortened and conventional dry period management strategies. *Journal of Dairy Science*, 97(9):5623–5636.

Chase CCL, Hurley DJ, Reber AJ. 2008. Neonatal Immune Development in the Calf and Its Impact on Vaccine Response. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 24(1):87–104.

Chuck GM, Mansell PD, Stevenson MA, Izzo MM. 2017. Factors affecting colostrum quality in Australian pasture-based dairy herds. *Australian Veterinary Journal*, 95(11):421–426.

Conneely M, Berry DP, Sayers R, Murphy JP, Lorenz I, Doherty ML, Kennedy E. 2013. Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows. *Animal*, 7(11):1824–1832.

Cummins C, Berry DP, Murphy JP, Lorenz I, Kennedy E. 2017. The effect of colostrum storage conditions on dairy heifer calf serum immunoglobulin G concentration and preweaning health and growth rate. *Journal of Dairy Science*, 100(1):525–535.

Dahl GE, Tao S, Laporta J. 2020. Heat Stress Impacts Immune Status in Cows Across the Life Cycle. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(116):1–15.

Denholm KS, Hunnam JC, Cuttance EL, McDougall S. 2017. Associations between management practices and colostrum quality on New Zealand dairy farms. *New Zealand Veterinary Journal*, 65(5):257–263.

Dimov D, Penev T, Marinov I. 2020. Temperature-humidity index – an indicator for prediction of heat stress in dairy cows. *Veterinarija ir Zootechnika*, 78(100):10–15.

Donovan DC, Reber AJ, Gabbard JD, Aceves-Avila M, Galland KL, Holbert KA, Ely LO, Hurley DJ. 2007. Effect of maternal cells transferred with colostrum on cellular responses to pathogen antigens in neonatal calves. *American Journal of Veterinary Research*, 68(7):778–782.

Elsohaby I, McClure JT, Cameron M, Heider LC, Keefe GP. 2017. Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers? *Journal of Dairy Science*, 100(2):1427–1435.

Godden S. 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 24(1):19–39.

Godden S, McMartin S, Feirtag J, Stabel J, Bey R, Goyal S, Metzger L, Fetrow J, Wells S, Chester-Jones H. 2006. Heat-treatment of bovine colostrum. II: Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. *Journal of Dairy Science*, 89(9):3476–3483.

Godden SM, Smolenski DJ, Donahue M, Oakes JM, Bey R, Wells S, Sreevatsan S, Stabel J, Fetrow J. 2012. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *Journal of Dairy Science*, 95(7):4029–4040.

Godden SM, Lombard JE, Woolums AR. 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 35(3):535–556.

Gulliksen SM, Lie KI, Sølverød L, Østerås O. 2008. Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(2):704–712.

Guy MA, McFadden TB, Cockrell DC, Besser TE. 1994. Regulation of Colostrum Formation in Beef and Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 77(10):3002–3007.

Hayer JJ, Nysar D, Heinemann C, Leubner CD, Steinhoff-Wagner J. 2021. Implementation of management recommendations in unweaned dairy calves in western Germany and associated challenges. *Journal of Dairy Science*, 104(6):7039–7055.

Hyde RM, Green MJ, Hudson C, Down PM. 2020. Quantitative Analysis of Colostrum Bacteriology on British Dairy Farms. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(601227):1–12.

James RE, Polan CE, Cummins KA. 1981. Influence of Administered Indigenous Microorganisms on Uptake of [Iodine-125] γ -Globulin In Vivo by Intestinal Segments of Neonatal Calves. *Journal of Dairy Science*, 64(1):52–61.

Jöbstl DK, Arnholdt T, Sturmlechner F, Iwersen M, Drillich M. 2015. Results of an online questionnaire to survey calf management practices on dairy cattle breeding farms in Austria and to estimate differences in disease incidences depending on farm structure and management practices. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 1–10.

Johnson JL, Godden SM, Molitor T, Ames T, Hagman D. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 90(11):5189–5198.

Kehoe SI, Jayarao BM, Heinrichs AJ. 2007. A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 90(9):4108–4116.

Kessler EC, Bruckmaier RM, Gross JJ. 2020. Colostrum composition and immunoglobulin G content in dairy and dual-purpose cattle breeds. *Journal of Animal Science*, 98(8):1–6.

Klusmeyer TH, Fitzgerald AC, Fabellar AC, Ballam JM, Cady RA, Vicini JL. 2009. Effect of recombinant bovine somatotropin and a shortened or no dry period on the performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(11):5503–5511.

Kressin M, Schnorr B. 2006. *Embryologie der Haustiere*. 5. Auflage. Stuttgart: Enke.

Larson BL, Heary HL, Devery JE. 1980. Immunoglobulin Production and Transport by the Mammary Gland. *Journal of Dairy Science*, 63(4):665–671.

Mansfeld R, Sauter-Louis C, Martin R. 2012. Effects of dry period length on milk production, health, fertility, and quality of colostrum in dairy cows. Invited review. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere*, 40(4):239–250.

Märtlbauer E, Becker H. 2016. *Milchkunde und Milchhygiene*. Stuttgart: Eugen Ulmer; utp.

Mayasari N, de Vries Reilingh G, Nieuwland MGB, Rummelink GJ, Parmentier HK, Kemp B, van Knegsel ATM. 2015. Effect of maternal dry period length on colostrum immunoglobulin content and on natural and specific antibody titers in calves. *Journal of Dairy Science*, 98(6):3969–3979.

McGrath BA, Fox PF, McSweeney PLH, Kelly AL. 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science and Technology*, 96(2):133–158.

McGuirk SM, Collins M. 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 20(3):593–603.

Monteiro APA, Tao S, Thompson IM, Dahl GE. 2014. Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostrum and calf factors. *Journal of Dairy Science*, 97(10):6426–6439.

Morin DE, Nelson S V, Reid ED, Nagy DW, Dahl GE, Constable PD. 2010. Effect of colostrum volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostrum IgG concentrations in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 237(4):420–428.

Morin MP, Dubuc J, Freycon P, Buczinski S. 2021. Short communication: Diagnostic accuracy of the Petrifilm culture system for identifying colostrum with excessive bacterial contamination in Quebec dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 104(4):4923–4928.

Morrill KM, Conrad E, Lago A, Campbell J, Quigley J, Tyler H. 2012. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*, 95(7):3997–4005.

Muller LD, Ellinger DK. 1981. Colostrum Immunoglobulin Concentrations Among Breeds of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 64(8):1727–1730.

National Mastitis Council (1999): The 10-Point mastitis control program. <https://www.nmconline.org/> (letzter Zugriff 09.09.2022)

Phipps AJ, Beggs DS, Murray AJ, Mansell PD, Stevenson MA, Pyman MF. 2016. Survey of bovine colostrum quality and hygiene on northern Victorian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 99(11):8981–8990.

Phipps AJ, Beggs DS, Murray AJ, Mansell PD, Pyman MF. 2017. Factors associated with colostrum immunoglobulin G concentration in northern-Victorian dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, 95(7):237–243.

Pinheiro FA, Decaris N, Parreño V, Brandão PE, Ayres H, Gomes V. 2022. Efficacy of prepartum vaccination against neonatal calf diarrhea in Nelore dams as a prevention measure. *BMC Veterinary Research*, 18(1):1–14.

Pritchett LC, Gay CC, Besser TE, Hancock DD. 1991. Management and Production Factors Influencing Immunoglobulin G1 Concentration in Colostrum from Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 74(7):2336–2341.

Rastani RR, Grummer RR, Bertics SJ, Gümen A, Wiltbank MC, Mashek DG, Schwab MC. 2005. Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance, and metabolic profiles. *Journal of Dairy Science*, 88(3):1004–1014.

Reschke C, Schelling E, Michel A, Remy-Wohlfender F, Meylan M. 2017. Factors Associated with Colostrum Quality and Effects on Serum Gamma Globulin Concentrations of Calves in Swiss Dairy Herds. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(5):1563–1571.

Shoshani E, Rozen S, Doekes JJ. 2014. Effect of a short dry period on milk yield and content, colostrum quality, fertility, and metabolic status of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97(5):2909–2922.

Soufleri A, Banos G, Panousis N, Fletouris D, Arsenos G, Valergakis GE. 2019. Genetic parameters of colostrum traits in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(12):11225–11232.

Staley TE, Bush LJ. 1985. Receptor Mechanisms of the Neonatal Intestine and Their Relationship to Immunoglobulin Absorption and Disease. *Journal of Dairy Science*, 68(1):184–205.

Stelwagen K, Carpenter E, Haigh B, Hodgkinson A, Wheeler TT. 2009. Immune components of bovine colostrum and milk. *Journal of animal science*, 87(13 Suppl):3–9.

Stewart S, Godden S, Bey R, Rapnicki P, Fetrow J, Farnsworth R, Scanlon M, Arnold Y, Clow L, Mueller K, et al. 2005. Preventing bacterial contamination and proliferation during the harvest, storage, and feeding of fresh bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 88(7):2571–2578.

Tao S, Monteiro APA, Thompson IM, Hayen MJ, Dahl GE. 2012. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(12):7128–7136.

Watters RD, Guenther JN, Brickner AE, Rastani RR, Crump PM, Clark PW, Grummer RR. 2008. Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 91(7):2595–2603.

Weaver DM, Tyler JW, VanMetre DC, Hostetler DE, Barrington GM. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of veterinary internal medicine / American College of Veterinary Internal Medicine*, 14(6):569–577.

Zentrich E, Iwersen M, Wiedrich MC, Drillich M, Klein-Jöbstl D. 2019. Short communication: Effect of barn climate and management-related factors on bovine colostrum quality. *Journal of Dairy Science*, 102(8):7453–7458.

10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Messen des Brix-Wertes mittels eines digitalen Brix-Refraktometers. a Gerät einschalten: „On“-Taste drücken. b Gerät kalibrieren: einen Tropfen deionisiertes Wasser mit einer 5 ml Pasteur-Einwegpipette auf den Sensor geben und c die „Zero“-Taste betätigen. d Messung des Brix-Wertes: einen Tropfen der Kolostrumprobe auf den Sensor pipettieren. e Die „Read“-Taste drücken und f den Wert auf der digitalen Anzeige ablesen.....	11
Abb. 2: Beschriftung einer Platte mit Art der Verdünnung, Proben-ID (Betrieb und Nummer der Kolostrumprobe) und Datum.....	13
Abb. 3: Ausspateln der Kolostrumproben, Methode 1. a Probenröhrchen vortexen. b Mit einer Mikroliterpipette 100 µl aus dem Probenröhrchen entnehmen und c auf eine Columbia-Agar Platte pipettieren. d Probe mit einem Einwegspatel ausspateln. e Herstellen der Verdünnungen in Eppendorfgefäßen. f Eppendorfgefäß vortexen. g Mit der Mikroliterpipette 100 µl von der hergestellten Verdünnung auf die entsprechende Platte pipettieren und h ausspateln.	14
Abb. 4: Auszählen der Koloniebildenden Einheiten mit Hilfe der Zählsoftware Fiji®	15
Abb. 5: Menge an Proben, die pro Monat gesammelt wurden (November 2020 bis Januar 2022).....	17
Abb. 6: Betriebe pro Gau.....	18
Abb. 7: Zeitraum, in dem die Betriebe angaben, das erste Kolostrum nach der Geburt abzumelken.	18
Abb. 8: Zeitverzögerung bis zum ersten Abmelken des Kolostrums <i>p. p.</i> laut Probenbegleitschreiben.....	19
Abb. 9: Anzahl an Kühen pro Laktation.....	20
Abb. 10: Laufenlassen der Milch vor dem ersten Abmelken des Kolostrums.....	21
Abb. 11: Menge an Kolostrum beim ersten Melken.....	21
Abb. 12: Der Boxplot zeigt die Unterschiede in den Brix-Werten zwischen der Menge des gemolkenen Erstkolostrums für 0–3 l (N=511, 48,7 %), 4–6 l (N=407, 38,8 %) und > 6 l (N=100, 9,5 %). Es war ein statistisch signifikanter Unterschied in der Qualität des Kolostrums zwischen Kühen mit wenig (0–3 l) und viel (4–6 bzw. > 6 l) Erstkolostrum erkennbar ($p=0,00$)	

bzw. $p=0,01$). Der Unterschied zwischen der Gruppe mit 4–6 l und > 6 l war nicht statistisch signifikant ($p=1,00$).24

Abb. 13: Der Boxplot zeigt die Unterschiede in den Brix-Werten zwischen Kalbinnen (N=278, 26,5 %) und Kühen, welche $<$ sechs Wochen (N=34, 3,2 %) und \geq sechs Wochen (N=706, 67,2 %) trockenstanden. Es ist ein statistisch signifikanter Unterschied in der Kolostrumqualität bei einer unterschiedlichen Dauer der Trockenstehzeit erkennbar ($p=0,011$), nicht aber zwischen den Kühen, die trockengestellt wurden und den Kalbinnen ($p > 0,05$).26

Abb. 14: Der Boxplot zeigt die Unterschiede in den Brix-Werten zwischen Betrieben im Haupterwerb (N=39, 54,2 %) bzw. Nebenerwerb (N=33, 45,8 %). Der Unterschied ist nicht statistisch signifikant ($p=0,670$).29

Abb. 15: Darstellung der Gesamtkeimzahl (Columbia-Agar Platten mit 5 % Schafblut) einer Verdünnung 1 von vier verschiedenen Kolostrumproben. **a** und **b** zeigen Proben guter Kolostrumqualität hinsichtlich der bakteriellen Kontamination (TPC $<$ 100.000 KbE/ml). **c** zeigt das Ergebnis einer Probe mit grenzwertiger Kolostrumqualität, aber mit einem TPC $<$ 100.000 KbE/ml, die Bakterienkolonien der hier gezeigten Verdünnung waren nicht zählbar. **d** zeigt Kolostrum schlechter Qualität hinsichtlich der bakteriellen Kontamination (TPC $>$ 100.000 KbE/ml).32

Abb. 16: Coliforme Bakterien (MacConkey-Agar Platte) von vier verschiedenen Kolostrumproben. **a** Darstellung einer Verdünnung 1 einer Kolostrumprobe guter Qualität hinsichtlich der Kontamination mit coliformen Bakterien ($<$ 10.000 KbE/ml). **b** Darstellung einer nativen Kolostrumprobe guter Qualität hinsichtlich der Kontamination mit coliformen Bakterien ($<$ 10.000 KbE/ml). **c** Darstellung einer Verdünnung 1 einer Kolostrumprobe schlechter Qualität ($>$ 10.000 KbE/ml), die Bakterienkolonien der hier gezeigten Verdünnung waren noch zählbar. **d** Darstellung einer nativen Kolostrumprobe von schlechter Qualität hinsichtlich der Kontamination mit coliformen Bakterien ($>$ 10.000 KbE/ml).33

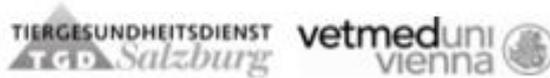
11. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen. Die Laktation ist statistisch signifikant ($p < 0,001$).....	23
Tab. 2: p -Werte der Laktationen, zwischen denen sich die Kolostrumqualität signifikant unterschied.	24
Tab. 3: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit vom Zeitraum von der Geburt bis zum ersten Abmelken des Kolostrums. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).....	25
Tab. 4: p -Werte der Zeitintervalle zwischen Geburt und dem ersten Melken des Kolostrums, zwischen denen sich die Kolostrumqualität signifikant unterschied.....	25
Tab. 5: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit vom Trockenstellmanagement. Die Kolostrumqualität unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den beschriebenen Methoden ($p > 0,05$).....	27
Tab. 6: Deskriptive Statistik der Kolostrumqualität (Brix-Werte) in Abhängigkeit von den Variablen, die statistisch keinen signifikanten Einfluss auf die Kolostrumqualität hatten.....	28
Tab. 7: Übersicht der Gesamtkeimzahl sowie den Gehalt an coliformen Bakterien in Abhängigkeit von der Reinigung des Euters vor dem Abmelken des Kolostrums.....	31
Tab. 8: Menge an Proben in Zusammenhang mit den Standards für gute Kolostrumqualität.	34

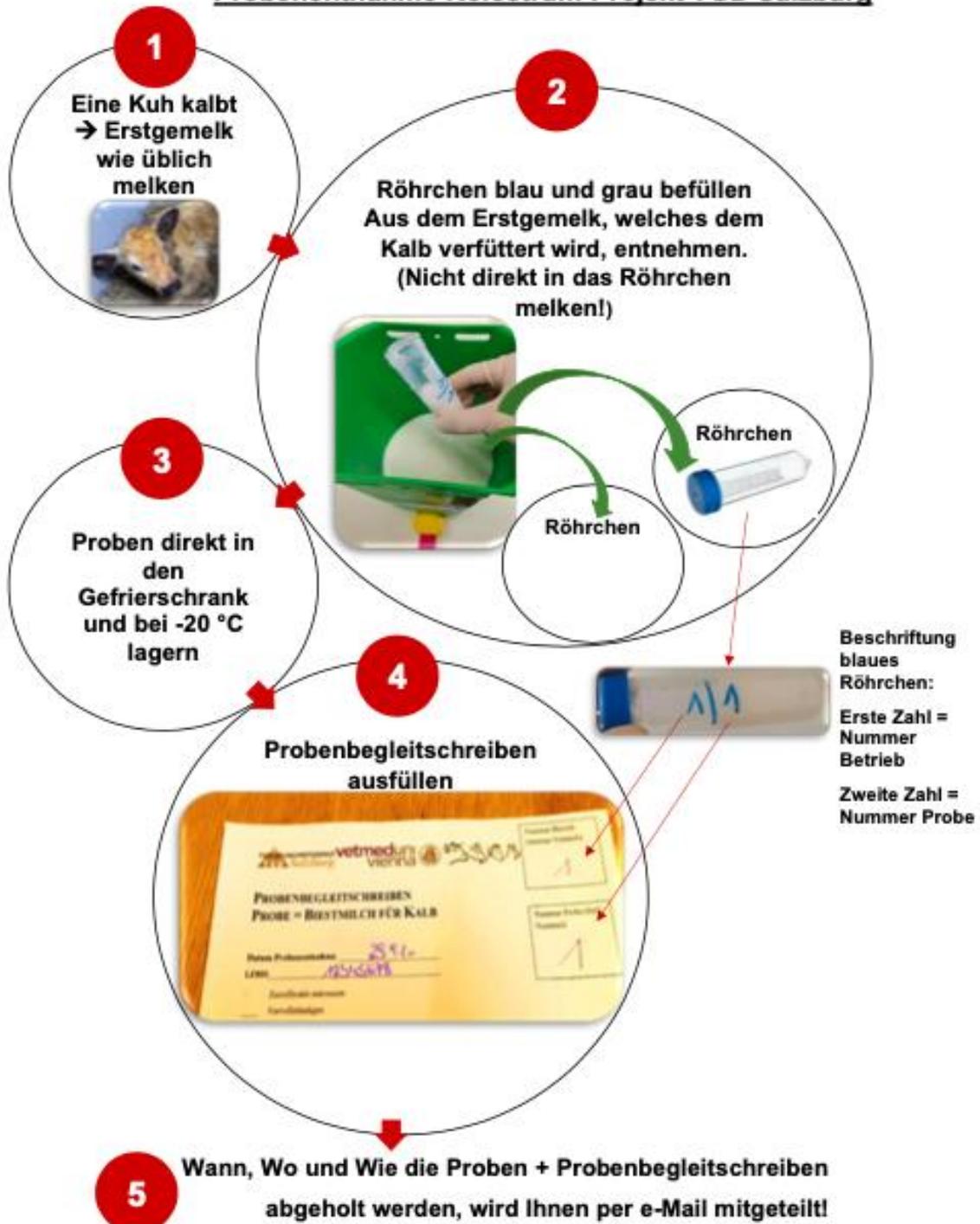
12. Anhang

12.1. Anleitung für die Landwirt:innen zur Probenentnahme

Mag. Nicole Hechenberger
 Nicole.Hechenberger@salzburg.gv.at
 +43 662 8042-3620



Probenentnahme Kolostrum-Projekt TGD Salzburg



12.2. Probenbegleitschreiben



Nummer Betrieb
(interner Vermerk)

PROBENBEGLEITSCHREIBEN

PROBE = BIESTMILCH FÜR KALB

Nummer Probe (fortl.
Nummer)

Datum Probenentnahme _____

LFBIS _____

Zutreffendes ankreuzen

___ Vervollständigen

Teil 1: Fragen zur Mutter und Geburt

1. Kuh • Name _____

• AT _____

2. Wievielte Geburt/Laktation? _____ Laktation

3. Trockenstezeit in Wochen _____ Wochen

4. Wie wurde die Kuh trocken gestellt?

Antibiotisch

Zitzenversiegler

Keine Medikamente

Sonstiges: _____

5. Erkrankungen der Mutter in der Trockenstezeit:

Ja → Wenn ja: Welche Erkrankung und Wann trat diese auf? _____

Nein

6. Hat die Kuh die Biestmilch vor dem Melken laufen lassen?

Ja

Nein

7. Wieviel Biestmilch wurde in Summe abgemolken?

0-3 Liter

4-6 Liter

>6 Liter

8. Wurde die Kuh geimpft?

Ja → Wenn ja: Gegen Welche Erkrankung/en? _____

Nein

Mag. Nicole Hechenberger
Nicole.Hechenberger@salzburg.gv.at
+43 662 8042-3620

Teil 2: Fragen zum Kalb

Ohrmarke Kalb _____

Das **Kalb** wurde um _____ Uhr **geboren**.

Die **Mutter** wurde um _____ Uhr **gemolken**.

Das **Kalb** wurde um _____ Uhr **getränkt**.

1. Wie hat das Kalb das Kolostrum aufgenommen?

- Kalb trinkt selbstständig
- Kalb musste zwangsgetränkt werden mittels _____
- Sonstiges _____

2. Wurde das Kalb mit dem Kolostrum der eigenen Mutter getränkt?

- Ja
- Nein

3. Wird das Euter vor der Melkung gereinigt?

- Ja
- Nein

12.3. Online-Fragebogen

Fragebogen zu Kolostrum-Management in Salzburger Rinderbetrieben

Der Tiergesundheitsdienst Salzburg startet in Zusammenarbeit mit der Universitätsklinik für Wiederkäuer der Vetmeduni Wien ab 1. November das Projekt "Kolostrum-Management und Kolostrumqualität in Rinderbetrieben im Bundesland Salzburg".

Ziel des Projekts ist, einen Überblick über das Kolostrum-Management und die Qualität des Kolostrums in Salzburger Rinderbetrieben zu bekommen, da die richtige Kolostrumversorgung der Schlüssel zu einem gesunden Kalb ist.

Dieser Fragebogen ist ANONYM, die Daten werden nicht an Dritte weitergegeben. Bitte nehmen Sie sich ein paar Minuten Zeit, um den Fragebogen auszufüllen, wir freuen uns über Ihre Unterstützung!

Am Ende können Sie entscheiden, ob Sie ihn anonym absenden oder durch Angabe von Betriebsdaten AKTIV in Form von Kolostrum-Probeneinsendungen am Projekt teilnehmen möchten. Wir würden uns darüber freuen!

Noch mehr Details zum Projekt finden Sie auch unter
www.tgd-salzburg.at/kolostrum

Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung:
tgd-s@salzburg.gv.at

Kolostrum = Erstgemelk = Biestmilch (Definition Biestmilch: die erste gemolkene Milch der Kuh nach der Kalbung)



Sind Sie Rinderhalter im Bundesland Salzburg? *

Ja

Nein

In welchem Bezirk bewirtschaften Sie Ihren Betrieb?

Auswählen

Flachgau/Salzburg Stadt

Tennengau

Pongau

Pinzgau

Lungau

anderes Bundesland

Tierkategorie *

Milchkühe

Mutterkühe

Rasse *

- Fleckvieh
- Pinzgauer
- Holstein (HF rot/schwarz)
- Braunvieh
- Sonstiges: _____

Betriebsstruktur *

- Haupterwerb
- Nebenerwerb

Wirtschaftsweise *

- Konventionell
- Biologisch

Anzahl durchschnittliche Abkalbungen pro Jahr *

- < 10
- 11 - 20
- 21 - 30
- 31 - 40
- > 41

1. Setzen Sie Testgeräte (zB Trichter, Spindel, Refraktometer) zur Bestimmung der Qualität Erstgemelkes/Biestmilch ein? *

- Ja
- Nein

Wenn Ja, welche Testgeräte setzen Sie zur Bestimmung der Qualität ein?

Meine Antwort _____

2. Haben Sie Biestmilch gelagert (zB Eingefroren oder Kolostrumersatz), falls das Erstgemelk des Muttertieres nicht getränkt werden kann (zB Mastitis, keine Milch, etc.) *

- Ja
- Nein

3. Wann wird die Kuh nach der Geburt gemolken? *

- Innerhalb von 1 Stunde nach der Kalbung (direkt nach der Geburt)
- 1 - 6 Stunden nach der Kalbung
- Zur nächsten Melkzeit (morgens oder abends), egal wann die Kuh abkalbt
- Die Kuh wird nicht gemolken, das Kalb bleibt bei der Mutter und trinkt selbstständig

4. Wird das Euter vor der Melkung der Biestmilch gereinigt? *

- Ja
- Nein

5. Wie wird die Kuh gemolken? *

- Melkmaschine
- Per Hand
- Die Kuh wird nicht gemolken, das Kalb bleibt bei der Mutter und trinkt selbstständig

6. Wird das Kalb mit dem Kolostrum der eigenen Mutter getränkt? *

- Ja, immer
- Ja, wenn die Mutter gutes Kolostrum hat (laut Testgerät)
- Das Kalb bleibt bei der Mutter und trinkt selbstständig
- Nein
- Sonstiges: _____

Wenn Nein, welche Biestmilch wird verwendet?

Meine Antwort _____

7. Wann wird das Kalb nach der Geburt getränkt? *

- Innerhalb von 1 Stunde nach der Kalbung (direkt nach der Geburt)
- 1 - 6 Stunden nach der Kalbung
- Zur nächsten Melkzeit (morgens oder abends), egal wann die Kuh abkalbt
- Die Kuh wird nicht gemolken, das Kalb bleibt bei der Mutter und trinkt selbstständig
- Sonstiges: _____

8. Wenn ein Kalb die Biestmilch nicht trinken will: *

- Das Kalb wird unmittelbar gedrencht
- Das Kalb wird in 2 - 4 Stunden noch einmal gefüttert
- Dem Kalb wird zur nächsten Melkzeit erneut Biestmilch gefüttert
- Das Kalb wird zur nächsten Melkzeit mit „normaler“ Vollmilch/Milchaustauscher gefüttert
- Sonstiges: _____

9. Wie wird dem Kalb das Kolostrum verabreicht? *

- Eimer
- Trinkflasche
- Drencher
- Kalb bleibt bei der Mutter und nimmt das Kolostrum selbst auf

Teilnehmer beim:

(Mehrere Antwortmöglichkeiten)

- TGD (Tiergesundheitsdienst)
- LKV (Landeskontrollverband)
- Sonstiges: _____

